

APLICACIÓN DEL METODO *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* EN EL REDISEÑO DE UNA DISTRIBUCION DE PLANTA EN UNA EMPRESA MADERERA DE LA REGION SUR DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

MC Jorge Tomás Gutiérrez Villegas¹, MC María Leticia Silva Ríos², Est. I.I. Dinorah Arlette Torres Cortes³, Nallely Luna Escobar⁴

Resumen--- Hoy en día las nuevas tendencias en materia de distribución física de una empresa, deben ser capaces de responder a las exigencias y requerimientos del consumidor, así como también a los cambios repentinos de la demanda. La distribución de planta es una estrategia que ayuda al mejoramiento del proceso productivo, organizando las áreas de trabajo y equipo disminuyendo el costo total de transporte interno de los diferentes productos a elaborar. Para lograr lo anterior se efectuó un análisis acerca del proceso productivo en donde se encontró que dicho flujo de actividades no seguía un determinado orden específico. La implementación del método *Systematic Layout Planning* y el seguimiento requerido en sus diferentes fases permitió que se realizaran y evaluaran cuatro posibles soluciones, determinando flujo de materiales, necesidades y espacios disponibles, relación entre actividades y su diagrama de relaciones. Se seleccionó la propuesta que propicia una mínima carga-distancia recorrida en el flujo de materiales, aportando beneficios de reducción de costos y logrando la mayor satisfacción y seguridad en el desempeño de los operarios.

Palabras clave--- Planeación sistemática de la distribución, distribución de planta, flujo de materiales, diagrama de relaciones, carga-distancia.

Introducción

La distribución de planta trata de hallar una ordenación de las áreas de trabajo y el equipo, que resulte la más económica para llevar a cabo el proceso productivo en las instalaciones, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los operarios y para el entorno de la planta industrial, de modo que sea posible fabricar los productos con un costo suficientemente reducido para poder venderlos con un buen margen de beneficio en un mercado de competencia. Tompkins (2006) indica que las instalaciones son componentes fundamentales de las redes de niveles múltiples necesarias para la excelencia en la cadena de suministro. Cada organización en la cadena de suministro debe planificar sus instalaciones para asegurar que el producto se fabricará y entregará a entera satisfacción del consumidor final. Meyers (2006) define diseño de instalaciones como la organización de las instalaciones físicas de la compañía para promover el uso eficiente de los recursos, tales como personal, equipo, material y energía.

A través de los años la humanidad ha sido testigo de cómo los procesos han sido objeto de cambios y mejoras continuas. Gracias a la Ingeniería Industrial, el hombre ha logrado establecer diversos métodos de estudio de los procesos que intervienen en el proceso productivo, y esto a su vez depurar en subconjuntos o trabajos más pequeños y de esta forma el estudio de un trabajo completo. Krajewski (2000) señala que la planificación de la distribución incluye decisiones acerca de la disposición física de los centros de actividad económica dentro de una instalación. Un centro de actividad económica es cualquier entidad que ocupa un espacio como personas, máquinas, mobiliario y equipo. La distribución física de las instalaciones genera consecuencias prácticas y estratégicas que benefician o afectan a la organización en sus índices de productividad. La selección del tipo de distribución depende de la estrategia de flujo que la empresa u organización elija. Cuatrecasas (2009) menciona que la disposición de los procesos y sus actividades en las plantas de producción es lo que se denomina distribución en planta. Un tipo de distribución en planta es la orientada a procesos, la cual es caracterizada por la agrupación de máquinas en departamentos o áreas de acuerdo a procesos o actividades semejantes. Es el producto el que a base de recorridos más o menos complejos tienen un itinerario diferente, pasa de un puesto de trabajo a otro. La característica principal que se utiliza para minimizar la función es el de distancias recorridas.

¹ MC. Jorge Tomás Gutiérrez Villegas es Catedrático de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Parral, Hidalgo del Parral, Chihuahua. jtguvi@hotmail.com. (autor corresponsal).

² La MC María Leticia Silva Ríos es Catedrática de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Parral, Hidalgo del Parral, Chihuahua. lety_silvarios@hotmail.com.

³ Est. I.I. Dinorah Arlette Torres Cortes es estudiante de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Parral, Hidalgo del Parral, Chihuahua. dinoraht_2177@hotmail.com.

⁴ Nallely Luna Escobar es estudiante de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Parral. Hidalgo del Parral, Chihuahua. chns_2177@hotmail.com

Muther (1973) desarrolló un procedimiento que denominó planificación sistemática de la disposición (SLP por sus siglas en inglés Systematic Layout Planning). El procedimiento indica como punto de partida una recolección de datos originales y actividades de las funciones y relaciones entre las actividades para efectuar un análisis de flujo de materiales y un análisis de la relación de las actividades, a partir de ellos se desarrolla un diagrama de relaciones donde se ubican las actividades en el espacio y las cercanías se emplean para reflejar la relación entre pares de actividades. Después se determina la cantidad de espacio que se asignará a cada área de trabajo para obtener el diagrama de relaciones de espacio que puede o no considerar modificaciones y limitaciones prácticas surgiendo las alternativas. Para concluir con el procedimiento se evalúan las diferentes alternativas, identificando y recomendando la más conveniente.

Desarrollo

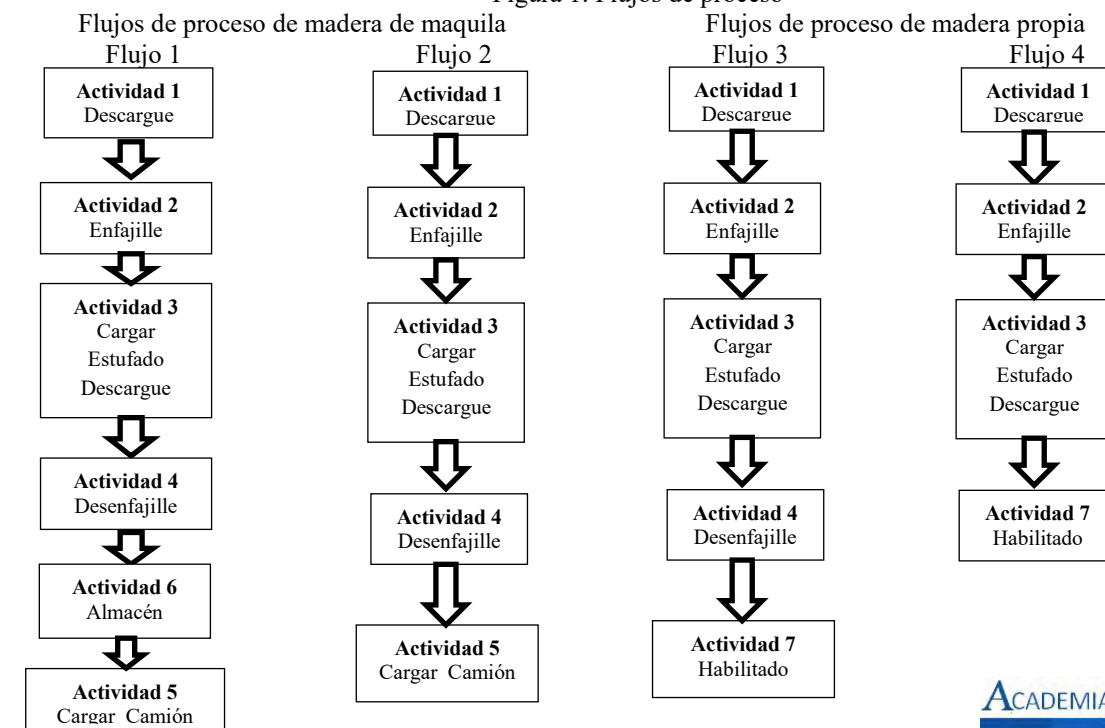
La principal actividad de la empresa es el estufado de la madera, dando servicio a otras empresas del giro forestal, así mismo existe madera propia que también es sometida a dicho proceso, cuando la madera es procedente de maquila se somete al proceso de estufado y es entregada al cliente, cuando la madera es propia, una vez finalizado el proceso de estufado se transporta a el área de habilitado en donde recibe diferentes tipos de proceso. El área de trabajo, actividad realizada y tiempos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Actividades y área de trabajo.

ACTIVIDAD	AREA DE TRABAJO	SIMBOLO	TIEMPO (min)
Descarga	1	○	24.9
Enfajille	2	○	26.6
Transporte		➡	15
Cargar secante	3	○	30
Estufado	3	○	6480
Descargar secante	3	○	30
Transporte		➡	15
Desenfajille	4	○	31.56
Transporte		➡	15
Almacén	6	△	1440
Habilitado	7	○	Sin determinar
Carga y entrega	5	○	35.23

En la empresa existen cuatro diferentes flujos de proceso, dos flujos son para madera de maquila y dos para madera propia, dichos flujos se muestran en la Figura 1.

Figura 1. Flujos de proceso



En la Tabla 2 se muestra la recolección de datos iniciales tomando como base los números de carga del secante que se realizan por mes, así como la capacidad del mismo para los resultados de las diferentes demandas, porcentaje de producto propio y de maquila así como el flujo de materiales que se sigue para efectuar los diferentes procesos de producción que se derivan.

Tabla 2. Recolección de datos

PROCEDENCIA	%	DEMANDA	ACTIVIDAD	%	PRODUCCION
MAQUILA	80%	252,000	1,2,3,4,5	10	25,200
			1,2,3,4,6,5	90	226,800
PROPIA	20%	63,000	1,2,3,4,7	80	50,400
			1,2,3,7	20	12,600
TOTAL		315,000			315,000

Los flujos de materiales de los diferentes procesos que se realizan en la empresa, son la base para efectuar un análisis de relación de actividades desde- hacia los diferentes departamentos involucrados matriz de carga (Tabla 3), esta última se convierte en la matriz de proximidad o de relación de actividades (Tabla 4) donde dicha relación de actividades se muestran en función de los códigos de proximidad utilizados A, E, I, O, U, que representan respectivamente: Absolutamente importante, muy importante, importante, ordinario, indistinto. Los rangos de cada código de proximidad son calculados en segmentos de 63,000 unidades.

Tabla 3. Matriz de Carga

		HACIA						
		1	2	3	4	5	6	7
D E S D E	1		315,000	0	0	0	0	0
	2	0		315,000	0	0	0	0
	3	0			302,400	0	0	12,600
	4	0	0	0		25,200	226,800	50,400
	5	0	0	0	0			0
	6	0	0	0	0	226,800		0
	7	0	0	0	0	0	0	

Tabla 4. Matriz de Relaciones de Actividades Departamentales

		HACIA						
		1	2	3	4	5	6	7
D E S D E	1		A	U	U	U	U	U
	2			A	U	U	U	U
	3				A	U	U	U
	4					U	E	U
	5						E	U
	6							U
	7							

El plano de la distribución actual así como sus medidas en metros (Figura 2) y el diagrama de relaciones (Figura 3) son utilizados para calcular las coordenadas de manera empírica (Tabla 5), es decir asignando un punto como origen de manera arbitraria que servirá de base para calcular las distancias entre los diferentes puntos de las áreas involucradas en la distribución de planta a realizar (Tabla 6). La situación actual de la empresa es evaluada por el método carga distancia para establecer un parámetro que servirá para mejorar las instalaciones (Tabla 7).

Figura 2. Croquis de distribución Actual

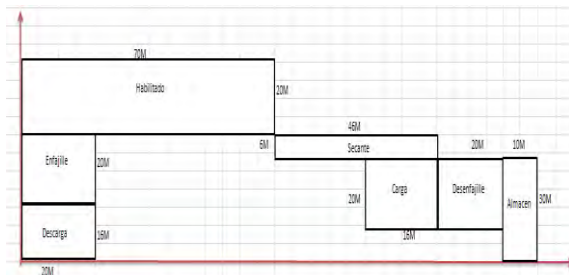


Figura 3. Diagrama de Relaciones



Tabla 5. Coordenadas departamentales

Área	Coordenadas X,Y
1. Descargue	10,8
2. Enfajille	10,26
3. Secante	93,33
4. Desenfajille	126,26
5. Cargue de camión	108,26
6. Almacén	141,15
7. Habilitado	35,46

Tabla 6. Cálculo de distancias

Relación Departamental	Distancia
1-2	18
2-3	90
3-4	40
4-5	18
4-6	26
6-5	44
3-7	71
4-7	111

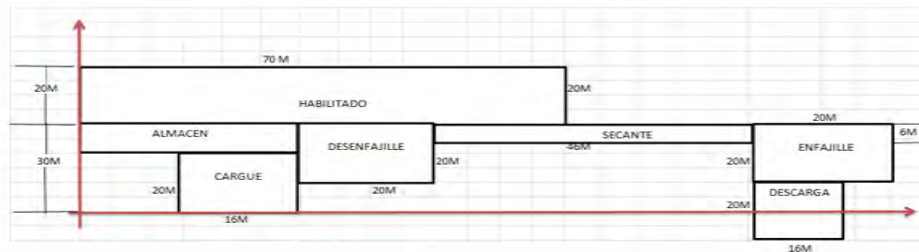
Tabla 7. Carga Distancia

Relación Interdepartamental	CARGA (miles de pie tabla)	DISTANCIA (metros)	CARGA-DISTANCIA (mpt-mts)
1 y 2	315	18	5,670
2 y 3	315	90	28,350
3 y 4	302.4	40	12,096
4 y 5	25.2	18	453.6
4 y 6	226.8	26	5,896.8
6 y 5	226.8	44	9,979.2
3 y 7	12.6	71	894.6
4 y 7	50.4	111	5,594.4
TOTAL	1,474.2		68,934.6

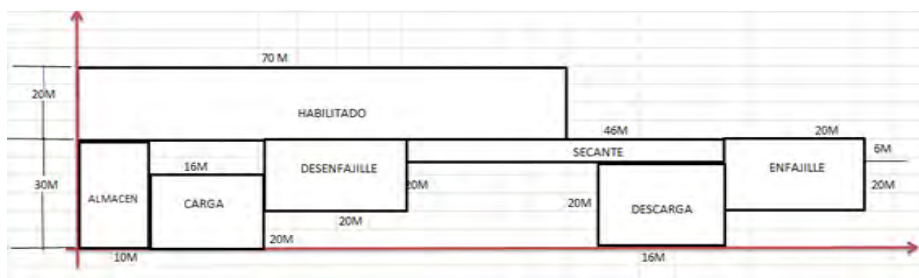
Las cuatro propuestas de distribución de planta para la empresa se muestran en la Figura 4. Es importante mencionar que las áreas a analizar ya tienen sus propias medidas predeterminadas; y no existe restricción alguna en cuanto al requerimiento de espacio necesario para la redistribución ya que el terreno de la planta es muy extenso, sin embargo se utilizará el mínimo espacio requerido.

Figura 4. Propuestas de Distribución de Planta

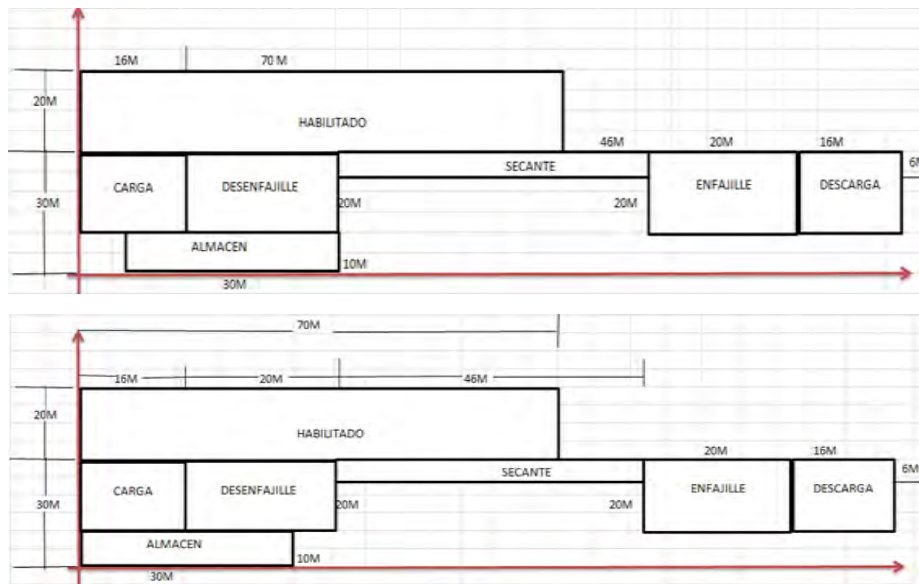
Propuesta 1



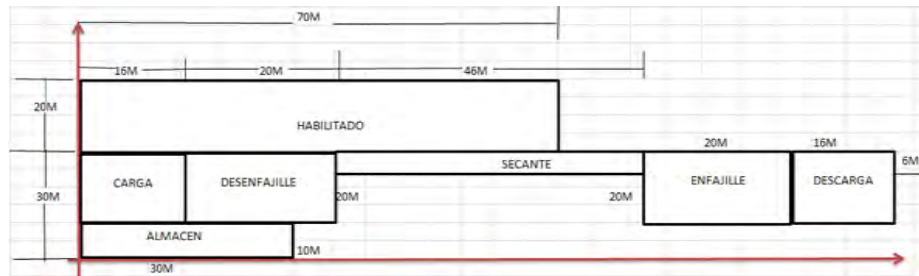
Propuesta 2



Propuesta 3



Propuesta 4



El procedimiento SLP efectuado en el desarrollo de soluciones propuestas se empleó para desarrollar primero una disposición en bloques y posteriormente la disposición propuesta considerando los códigos de proximidad como un criterio para medir el grado de satisfacción de las relaciones de actividades. Estas propuestas fueron evaluadas por el método carga distancia, para ello se calcularon las coordenadas de cada área de trabajo y con base en ellas se determinó la distancia entre las diferentes áreas involucradas, considerando los flujos, recorrido de movimiento de materiales y los factores implicados, así como todas las posibles interrelaciones entre los mismos para calcular la carga distancia y elegir la más conveniente.

Comentarios finales

Los resultados de las diferentes propuestas están concentrados en la Tabla 8. En ella se observa la carga movida y la distancia recorrida entre los departamentos involucrados de cada una de las propuestas, así como el valor final de carga distancia (MPT-metros) y el porcentaje de mejora de cada una de las propuestas con respecto a la distribución actual.

Tabla 8. Resultados de las Propuestas

	CARGA MPT	PROPUESTA 1		PROPUESTA 2		PROPUESTA 3		PROPUESTA 4	
		DISTANCIA METROS	C*D TOTAL	DISTANCIA METROS	C*D TOTAL	DISTANCIA METROS	C*D TOTAL	DISTANCIA METROS	C*D TOTAL
1 y 2	315	22	6930	28	8820	18	5670	18	5670
2 y 3	315	40	12600	40	12600	40	12600	40	12600
3 y 4	302.4	40	12096	40	12096	48	14515.2	40	12096
4 y 5	25.2	27.5	693	28	705.6	10	252	18	453.6
4 y 6	226.8	30	6804	36	8164.8	18	4082.4	26	5896.8
6 y 5	226.8	22.5	5103	18	4082.4	28	6350.4	22	4989.6
3 y 7	12.6	51	642.6	47	592.2	37	466.2	37	466.2
4 y 7	50.4	25	1260	21	1058.4	37	1864.8	29	1461.6
TOTAL			46,128.6		48,119.4		45,801		43,633.8
% de Mejoramiento			33.08%		30.19%		33.55%		36.7%

En la evaluación realizada se obtuvo que la solución cuatro es la más recomendable al tener valores de carga distancia menores de las propuestas, el porcentaje de mejora fue del 36.7% al bajar la carga distancia de 68,934.6 a 43,633.8 mpt-metros. El ahorro en tiempo con respecto de las distancias recorridas en la empresa fueron del 51.55%, contribuyendo a la reducción de costos de fabricación. Dentro de los cambios propuestos para la redistribución de planta elegida, se logra obtener un diseño flexible de las instalaciones que permita atender y adaptarse a cambios en los volúmenes de producción para cumplir con la demanda, además de que el diseño propuesto frente a la disposición actual, asegura una circulación mínima y fluida de los materiales dirigida hacia la salida del proceso. Del trabajo realizado se desprenden las siguientes recomendaciones:

- La responsabilidad de que se logre la mejor distribución es también el compromiso y participación de los miembros de la empresa para poder llegar a los resultados óptimos esperados.
- La distribución no tiene únicamente como objetivo la reducción de costos e incremento de productividad, sin embargo también es importante tomar en consideración que el diseño se encuentre enfocado en el recurso humano ya que mejorará las condiciones de trabajo así como su nivel de vida.
- El principal obstáculo para el cambio dentro de una distribución lo constituyen los trabajadores ya que es difícil la eliminación de prácticas ineficientes y costumbres arraigadas, es por ello que se considera el momento idóneo para que con el nuevo ordenamiento físico se termine con dichos hábitos.

Referencias

1. Cuatrecasas, Arbós, Lluís .*Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible*. Primera Edición. Editorial Profit. Barcelona 2009.
2. Krajewski, Lee J., Ritzman, Larry P., *Administración de Operaciones Estrategia y Análisis*, Quinta Edición, Editorial Prentice Hall, México, 2000.
3. Meyers, Fred E., Stephens, Mattew P.,*Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, Tercera Edición, Editorial Pearson Education, México, 2006.
4. Muther, R., *Systematic Layout Planning*, Segunda Edición, Cahners Book, 1973
5. Tompkins, James A., White, John A., Bozer, Yavuz A., Tanchoco, J.M.A., *Planeacion de instalaciones*, Tercera Edicion, Editorial Thomson, Mexico, 2006.

Estrategias de las mipymes ante la competencia

Dr. Miguel Ángel Haro Ruiz¹, Dra. Gloria Silvana Montañez Moya²
Dra. Sandra Gutiérrez Olvera³ y Mtro. Juan Carlos Ibarra Torres⁴

Resumen— En el presente trabajo de investigación se analiza información de las Micros, Pequeñas y Medianas Empresas (mipymes) de la Región Valles en el Estado de Jalisco, que nos permita identificar las estrategias y acciones que realizan las empresas para permanecer o crecer en el mercado dinámico, a través de la obtención de un diagnóstico para identificar las ventajas competitivas que adoptan. Se parte de la fundamentación teórica que analiza la situación global de la Mipymes de 19 municipios que conforman la Región Valles y lo relacionado a los conceptos de competitividad y ventajas competitivas. Se encontró que las mipymes para hacerle frente a la competencia ofrecen precios bajos, brindan atención al cliente, realizan promociones y ofertas, ofrecen variedad de producto, hacen innovaciones, tienen productos de calidad y realizan publicidad, lo que les permite crear ventajas competitivas para mantenerse o crecer con éxito en el mercado. Para las mipymes de la Región Valles se concluyó que es importante el adoptar ventajas competitivas a fin de mejorar el nivel de participación en el mercado regional.

Palabras clave— competitividad, mipymes, diagnóstico y ventajas competitivas

Introducción

El proceso de globalización está presente en todos los ámbitos de interés nacional, siendo su principal protagonista la economía. Las empresas sin importar su dimensión, observan como cada vez aumentan más los competidores extranjeros y también, como sus competidores nacionales toman medidas estratégicas destinadas a penetrar nuevos mercados en el exterior. También, se identifican los efectos que el nuevo entorno económico produce en las organizaciones empresariales, determinando cuales son las condiciones que deben adoptar las entidades en su nueva estructura organizacional. Esta situación perjudica principalmente a la micro, pequeña y mediana empresa, quienes ven afectadas sus actividades y en gran medida se encuentran amenazadas por el actual entorno.

En reunión con empresarios mexicanos, Porter subrayó que el marco de referencia en que están compitiendo actualmente las empresas mexicanas se caracteriza por tener una gran cantidad de empresas agonizantes por la falta de una estrategia. Según Kauffman (2001), en la globalización, los micros, pequeños y medianos empresarios de nuestro país, no tienen más alternativas que adoptar estrategias propias, tendientes a favorecer su desarrollo, imitando aquellas que les den ventajas comparativas con relación a los grandes y muy grandes emporios comerciales, especialmente alianzas estratégicas entre productores de materias primas, concretamente las relacionadas con la producción, distribución y comercialización.

El presente proyecto de investigación analiza las ventajas competitivas, así como las premisas y postulados que dan base al estudio, indicando las aportaciones de los autores que se consideran más destacados en la temática, se continúa con una relación de términos utilizados en la elaboración del trabajo, seguidos por una serie de planteamientos teóricos asumida por diversos autores y que tratan de explicar las ventajas competitivas.

Las empresas en México deben enfrentar la competencia de un mercado internacional globalizado para poder subsistir y desarrollarse, sin embargo, para Kauffman (2001), el problema es grave para las pequeñas y medianas empresas, las que además de sus situaciones organizacionales y estructurales de base, deben enfrentar el reto de la competencia global, que imponen nuevas reglas para las que no estamos aún preparados, además de las inadecuadas y parciales políticas gubernamentales que impiden la consolidación de empresas de los diferentes sectores.

Señala Porter (1997), que las mipymes tienen su objetivo lucrativo y el reto del crecimiento, al constituir un tipo de empresa destinada a tener una vida relativamente corta, ya que o se consolida, crece, y se convierte en una gran empresa, o no puede sobrevivir a las distintas crisis que inevitablemente deberá enfrentar, y quiebra o cierra.

De acuerdo a percepciones expresadas de algunos empresarios de la Región Valles, la situación actual de las mipymes de este entorno, no es ajena a las condiciones imperantes, dado que también se han visto afectados por la competencia del mercado, han requerido de realizar grandes esfuerzos para lograr su permanencia en el mismo, y aunque

¹ El Dr. Miguel Ángel Haro Ruiz es Profesor en Contaduría en el Centro Universitario de los Valles, de la Universidad de Guadalajara, Jalisco. miguel.haro@valles.udg.mx (autor corresponsal)

² La Dra. Gloria Silvana Montañez Moya es Profesora en Administración en el Centro Universitario de los Valles, de la Universidad de Guadalajara, Jalisco. gloriam@profesores.valles.udg.mx

³ La Dra. Sandra Gutiérrez Olvera es Profesora en Contaduría en el Centro Universitario de los Valles, de la Universidad de Guadalajara, Jalisco. sandraguvera@profesores.valles.udg.mx

⁴ El Mtro. Juan Carlos Ibarra Torres es Profesor en Contaduría en el Centro Universitario de los Valles, de la Universidad de Guadalajara, Jalisco. Juancarlos.ibarra@profesores.valles.udg.mx

permanecen, subsiste la incertidumbre de los cambios que se puedan dar a su alrededor. El objetivo de la presente investigación es identificar las estrategias y acciones que determinan la situación competitiva de las mipymes de la Región Valles a través de un diagnóstico.

Competitividad

El concepto de competitividad puede estar vinculado a una empresa, a un sector o a un país cobrando en cada caso relevancia distintos factores, muchos de los cuales, son cualitativos y de allí que las investigaciones generalmente se centran en los indicadores cuantitativos que resultan más fácilmente medibles, tales como los que se basan en los valores unitarios exportados y en los costos unitarios de trabajo. Para la OCDE (1996), el concepto de competitividad está íntimamente ligado a la capacidad de participar en el mercado internacional de bienes de alta tecnología, los cuales involucran un alto valor agregado.

Existen dos enfoques del término competitividad de acuerdo a las consideraciones de su alcance: la competitividad a nivel de naciones y a nivel de empresas. A nivel de naciones Porter (1990), define la competitividad como la “producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio, que se traduce en crecientes beneficios al mantener y aumentar los ingresos reales de los habitantes de una nación”. A nivel de empresas, el concepto está vinculado directamente con la habilidad de las firmas para operar rentablemente en un mercado determinado. Está asociada con rentabilidad, productividad, costos, valor agregado, participación de mercado, exportaciones, innovación tecnológica y la calidad de los productos, indica McFetridge (1995).

Modelos teóricos de la competitividad. Pueden considerarse en la literatura especializada diversos enfoques en cuanto al alcance del concepto de competitividad, sus limitaciones y los indicadores empleados para su medición los cuales, se generan a partir de la determinación de una unidad de medida relevante. Los modelos teóricos son los siguientes:

- Competitividad como desempeño. Según Laplane (1996), el desempeño competitivo de una compañía, industria o nación, depende de un amplio conjunto de factores, que pueden subdividirse entre aquellos que son internos de la compañía, otros de naturaleza estructural, (particular de cada uno de los sectores dentro del complejo industrial) y aquellos de naturaleza sistémica.
- Competitividad como eficiencia productiva. En este caso la empresa es la unidad de análisis relevante, siendo la competitividad una característica estructural de las condiciones de producción de la empresa. Es así que en este caso, el concepto se asocia a los menores costos a partir de una combinación óptima de insumos dados sus precios.
- Competitividad como atributo multidimensional de la empresa. En este modelo la competitividad es vista como un fenómeno dinámico y multidimensional que depende de la estructura industrial a la que pertenezca la empresa, menciona Bonelli (1992). Se parte de la idea que la empresa a lo largo del tiempo, acumula capacitación y adopta estrategias que comportan decisiones sujetas a restricciones y sobre las cuales puede tener diferentes niveles de control. Estas decisiones deben modificarse y adaptarse permanentemente a fin de que se constituyan en fuentes de ventajas competitivas.
- Como adecuación de estrategia de la firma a un patrón de competencia. El estudio de la competitividad se realiza aquí como acciones que se generan frente a tensiones que se presentan entre variables de conducta y estructurales. Los autores que las apoyan, destacan que las estrategias competitivas dependen de las estructuras de mercado en que se desenvuelven las empresas, las que asumen diferentes formas tales como: precio, calidad, innovación, esfuerzo de venta, publicidad etc.
- Como adecuación a la organización interna. Los factores internos de la compañía son todos aquellos que caen dentro de su poder de decisión y a través de los cuales busca distinguirse de sus competidores. Incluyen el monto de los recursos acumulados por la compañía, las ventajas competitivas que posee y su habilidad para implementarlas. Los factores estructurales son aquellos que si bien no son del control total de la compañía, están parcialmente dentro de su esfera de influencia y caracterizan el entorno competitivo que enfrenta.

Se afirma que lo que hace a un país competitivo son las empresas competitivas que hay en él. Sin embargo, estas empresas deben conocer lo que sucede en su propia nación para determinar su capacidad o incapacidad para crear y mantener una ventaja competitiva, en especial a nivel internacional. A su vez, el país debe ayudar para que sus empresas alcancen mejores niveles de productividad en los sectores en que compiten.

Ventaja competitiva. Definición de ventaja competitiva de algunos autores:

- Es el poder que consiste en ciertas habilidades o combinación de habilidades únicas de una organización, para un desempeño superior o de mayor grado que cualquiera de sus competidores, indica Andersen (1999).
- Es una ventaja sobre los rivales en asegurar a sus clientes y defenderse contra las fuerzas competitivas, según Navas y Guerras, (1996).

- Es cuando se tiene una tasa de ganancias más alta o se tiene el potencial de obtenerlas, para Grant (1996).
- La ventaja competitiva no puede ser comprendida viendo a una empresa como un todo. Radica en las muchas actividades discretas que desempeña una empresa en el diseño, producción, mercadotecnia, entrega y apoyo de sus productos. Cada una de estas actividades puede contribuir a la posición de costo relativo de las empresas y crear una base para la diferenciación, mencionan Mintzberg, Quinn y Voyer (1997).
- Son las características que posee un producto o servicios y que lo hacen diferente de los demás y le permite desplazar del mercado a la competencia. Dichas diferencias puede radicar en alguna de las siguientes características: calidad, precio, comercialización, estacionalidad y servicios complementarios, de acuerdo a Álvarez (2003).

Los directivos de las empresas deben crear ventajas competitivas para lograr un desempeño superior; no obstante, existe la posibilidad de que una empresa tenga un mejor desempeño superior y no tenga ventajas competitivas. Puede ser que la empresa se desempeñe mejor porque otras tienen desventajas competitivas, por lo que buscar forzosamente competencias raras, inimitables, insustituibles y que creen valor sería infructuoso, comenta Álvarez (2003), que la ventaja competitiva no es igual al desempeño superior.

Fuentes de la ventaja competitiva. Según Porter (1997), la ventaja competitiva puede presentarse por dos vías: costos inferiores y diferenciación. El costo inferior viene dado por la capacidad de una empresa para diseñar, fabricar y comercializar un producto comparable más eficientemente que sus competidores. A precios iguales o parecidos a los de dichos competidores, el costo inferior se traduce en rendimientos superiores. La diferenciación es la capacidad de brindar al comprador un valor superior y singular en términos de calidad, características especiales y servicio posventa del producto. Los dos tipos básicos de ventaja competitiva combinados con el panorama de actividades para las cuales una empresa trata de alcanzarlas, lleva a tres estrategias genéricas para lograr el desempeño sobre el promedio en un sector industrial: liderazgo de costos, diferenciación y enfoque.

Las empresas crean ventaja competitiva al percibir o descubrir nuevas y mejores formas de competir en un sector y trasladarlas al mercado. La innovación puede manifestarse en cambios en los productos, cambios en los procesos, nuevos enfoques de marketing, nuevas formas de distribución y nuevos conceptos de ámbito. Los autores Rarabba y Zaltman (2000), han descubierto que generalmente las ventajas competitivas surgen de la confrontación de las características esperadas por el mercado en un producto o servicio determinado (calidad esperada) y los puntos débiles de los productos o servicios que ya se encuentran en el mercado.

Una de las formas de mantener una ventaja competitiva es actualizando y revolucionando constantemente las condiciones técnicas de producción. Las empresas deben evitar actitudes conformistas y mejorar permanentemente su cadena de valor. Esta conducta innovadora deberá enfocarse hacia los factores críticos de éxito; desarrollar tecnologías de proceso propias, diferenciación de productos, reputación de marca, relaciones y servicios a clientes.

La micro, pequeña y mediana empresa (mipyme). Los aspectos centrales de esta investigación se refieren a las mipymes, por lo tanto es conveniente describir dicho concepto. La mipyme es un grupo social que a través de la administración del capital y del trabajo, se ponen en operación recursos organizacionales, humanos, materiales, financieros y técnicos para transformar insumos en bienes o servicios terminados, señala Munich (2003). El criterio para clasificar una empresa puede variar debido a que no existe un criterio homogéneo para clasificarlas, unos autores las clasifican según el número de trabajadores, según el volumen de ventas anual o volumen de recursos propios. La clasificación de las empresas tomando como referencia el número de empleados como una de las definiciones más ampliamente utilizadas. El INEGI las clasifica de la siguiente manera:

Microempresas (de 1 a 15 personas)

Pequeñas empresas (de 16 a 100 personas)

Medianas empresas (de 101 a 250 personas)

Grandes empresas (más de 251 personas)

La mipyme se caracteriza según Irigoyen (2001), generalmente por una estructura de organización que responde a un modelo simple, con recursos humanos limitados y poco especializados, aunque con un alto grado de adaptabilidad y mayor rapidez en la resolución de problemas internos, gracias al funcionamiento de sistemas de información de carácter informal. Son empresas independientes, en el sentido de no pertenecer a grandes empresas o grupos financieros, y donde normalmente no existe separación entre propiedad y control. La dirección recae en los propietarios y dirigidas de manera personalizada y no a través de una estructura formal de administración. Aunado a lo anterior es conveniente señalar que algunas mipymes tienen componente familiar, operan en un mercado único, están sujetas a un pequeño número de clientes y su financiamiento procede de fuentes propias.

Descripción del Método

La investigación es de naturaleza exploratoria y descriptiva. Exploratoria en cuanto se pretende buscar información y ampliar el conocimiento comentan Castañeda y Méndez (2004), en este caso, que ventajas competitivas adaptan las mipymes de la región Valles. Descriptiva en cuanto se busca describir y analizar a manera de diagnóstico, que es lo que estas empresas están realizando para hacerle frente a la competencia. Se considera una investigación descriptiva, porque permite describir aquellos aspectos más característicos y particulares de personas, situaciones o cosas, o sea, aquellas propiedades que las hacen reconocibles a los ojos de los demás, según Bernal (2000). Señala la investigación descriptiva formas de conducta y actitudes del universo investigado establece comportamientos concretos y descubre y comprueba la asociación entre variables de investigación. De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2010), se pueden combinar ambas dimensiones integrándose en una única secuencia, denominada exploratoria-descriptiva, y por las características del estudio, ya que responde mejor al índole de nuestra investigación.

Para determinar el tamaño de la muestra se tuvieron en cuenta algunos aspectos como: la facilidad de acceso a la fuente, los recursos financieros, el tiempo disponible para el trabajo de campo, la localización de la empresa y también el acceso a bases de datos e información, entre otros. De una población de 4978 empresas (según SIEM) de los 19 municipios de la Región Valles, se seleccionaron 8 municipios por ser los más representativos al poseer el mayor número de habitantes y de empresas, determinándose cualitativamente encuestar a 50 empresas.

El instrumento para la obtención de la información fue el cuestionario mixto, ya que ayuda a perfeccionar el poder de observación definiendo los puntos pertinentes a la encuesta, puesto que con las preguntas abiertas se da la oportunidad de responder como lo prefiera el informante y con las preguntas cerradas se admite sólo una respuesta (sí o no), elección entre dos categorías, (dicotómicas) o permiten la elección entre varias categorías (Rojas, 2001).

Comentarios Finales

Resumen de resultados

La caracterización de las empresas entrevistadas es la siguiente: en la clasificación de las empresas, el 50% fueron comercial, 20% industrial y un 30% de servicios, el 64% son empresas familiares, el 60% es de tamaño micro, los estudios del dueño o gerente son en promedio de secundaria y bachillerato, la edad del dueño o gerente oscila entre los 35 y 55 de edad y tiene la empresa de antigüedad entre cinco años y veinte años principalmente.

Las preguntas del cuestionario se dividen en dos apartados, en el primer apartado, se desarrolla tanto el conocimiento de los competidores, reconocimientos de los principales competidores y sus posibles fuentes de ventaja, como los productos y estrategias de la competencia. En el segundo apartado, se reconocen las ventajas y desventajas de la competencia, en áreas que requieren concentrar recursos, esfuerzos y prioridades, que permita explorar el concepto de diferenciación de productos e imagen institucional. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

- Los empresarios identifican a sus principales competidores a través del crecimiento de su participación en el mercado mediante la observación.
- Al comparan los productos propios con los de la competencia, se elaboran tablas comparativas de precios y condiciones de ventas, así como estudios que incluyen precios y características técnicas.
- incorporan mejoras basándose en observación de la competencia, se desarrollan ventajas adicionales para superar las de la competencia y se introducen las que tengan posibles efectos para mejorar costos
- Los empresarios se anticipan a los movimientos de la competencia al atender a los clientes para identificar oportunidades de mejora y al mantener una posición de liderazgo en el mercado.
- Identifican las ventajas de los productos de la competencia, al adquirir ejemplares de los productos de la competencia y se hacen comparaciones de características.
- Al seleccionar los productos en los que se buscarán ventajas, se opta por las que reúnan la mejor combinación de margen de utilidad, preferencia del consumidor, volumen y acceso a materias primas.
- Los empresarios identifican los mercados con mayor oportunidad competitiva, al observar tendencias de crecimiento con respecto al volumen y a la introducción de innovaciones.
- Se promueve la mayor satisfacción de los clientes, al ofrecer productos de demanda reconocida e introducir innovaciones que proporcionan ventajas adicionales.
- Los empresarios incorporan mejoras basándose en observación de la competencia, desarrollan ventajas adicionales para superar las de la competencia y se copian directamente las que se consideran de mayor éxito.
- Los empresarios se anticipan a los movimientos de la competencia, al atender a los clientes para identificar oportunidades de mejora y al mantener una posición de liderazgo en el mercado.

De las opiniones expresadas por los empresarios, rescatamos que un 66% identifican dentro de sus ventajas que no tienen sus competidores, que el precio de sus productos es competitivo, que ofrecen productos de calidad, que

cuentan con una excelente ubicación y que brindan servicio al cliente. Al cuestionar acerca de lo que realizan para hacerle frente a la competencia, se destacan las siguientes acciones: el ofrecer precios bajos, brindar atención al cliente, realizar promociones y ofertas, ofrecer variedad de producto y hacer innovaciones, tener productos de calidad y realizar publicidad. En la última pregunta referente a como visualiza la empresa en cinco años, señalaron un 80% que en crecimiento, mejorada y con más sucursales, sugiere un 14% que la imaginan igual sin cambio alguno y llama la atención que un 6% de los empresarios señalan que la empresa ya no existirá.

En el diagnóstico de las ventajas competitivas de las mipymes, se contempla la ventaja y práctica empresarial de la siguiente manera:

- Identificar a los competidores. Se utiliza la exploración de información de la competencia.
- Conocer los productos y estrategias de la competencia. Se está consciente de que su producto no es el único que puede ser elegido por el cliente, se centran en entender por qué el cliente prefiere a otros. Al copiar algunos rasgos de los productos de la competencia demuestra que puede aprovechar a su favor esta acción, al construir ventajas adicionales.
- Identificar las ventajas y desventajas. Se dan la oportunidad de descubrir nuevas funciones deseables en el producto, ya sea sugerida por la aplicación que hacen sus clientes de sus productos o por los estudios comparativos que realizan
- Desarrollar ventajas propias. Realizan un esfuerzo de selección de mercados y productos. La diferenciación es una de las estrategias más efectivas para enfrentar a la competencia.
- Utilizar fuentes potenciales de ventajas competitivas. Están logrando el dominio de dos factores de ventaja: ofrecer condiciones que van más allá de lo que el cliente está acostumbrado a recibir, y seleccionar en qué frentes dar esta lucha.

Conclusiones

Actualmente la mayor parte de las mipymes mexicanas, inician como un negocio familiar, aunque algunas terminan desarrollándose y otras desaparecen, porque la operatividad de estas empresas está amenazada por una serie de factores: inflación, devaluación, políticas financieras y fiscales, globalización, avance tecnológico, corrupción, normatividad, inseguridad, etc. Las empresas que logran crecer, es con la ayuda de buena administración, mercado amplio, excelente personal y equipo de trabajo, sin embargo esto no es suficiente, ya que el mercado se está haciendo cada vez más cambiante y sobre todo exigente, los clientes cada vez requieren de calidad en los productos y servicios, por lo que las empresas deben adoptar estrategias que les permitan ser competitivas para poder hacerle frente al mercado global que cada día es más agresivo.

De la información obtenida en la investigación de campo muestra dos situaciones, por un lado los empresarios identifican a sus competidores y conocen los productos y estrategias que manejan y por otro, se encuentran limitados en la identificación y desarrollo de sus ventajas competitivas, también cabe mencionar que la mayoría de las empresas que fueron estudiadas pertenecen al sector comercio por lo que fue evidente que las estrategias que implementan, se encuentran orientadas al producto, como el ofrecer precios bajos, la atención al cliente, realizar promociones y ofertas, ofrecer variedad de producto, hacer innovaciones, tener productos de calidad y realizar publicidad, es de resaltar que los empresarios de la región están buscando promover el trabajo en equipo, el crear las condiciones en su empresa para que los involucrados en la misma contribuyan al logro de sus metas a través de una limitada cultura empresarial pero que está permitiendo que los micro empresarios logren salir adelante. Se pone en evidencia que los micros empresarios están despertando a una cultura empresarial que irán desarrollando de acuerdo a las necesidades que la misma competencia les exija.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, M (2003). Competencias centrales y ventaja competitiva, su evolución y su aplicabilidad. Revista Contaduría y Administración, Num. 209, pp.54-59
- Anzola, S. (1999). "Administración de pequeñas empresas". México: Mc Graw Hill.
- Andersen, A (1999). El Management en el Siglo XXI. Buenos Aires: Granica,
- Bernal, C. (2000). "Metodología de la investigación para administración y economía". Colombia: Prentice Hall.
- Carullo J. (1998). Las micro, pequeñas y medianas empresas en el MERCOSUR. Revista Comercio Exterior, vol.48, num.7. México.
- Castañeda, J. y Méndez, C. (2004). "Metodología de la investigación". México: Mc Graw Hill.
- Chudnovsky, D y Porta, F. (1990) "La competitividad internacional: principales cuestiones conceptuales y metodológicas", Documentos de trabajo, CENT, Buenos Aires, enero, pp.7.
- Drucker, P. (1999) "Los Desafíos de la Gerencia para el Siglo XXI". Colombia: Norma.
- Dussel, E (2007). Pequeña y mediana empresa en México: condiciones, relevancia en la economía y retos de política. México: en Economía UNAM, Vol. 1, Num. 2. Extraído el 26 de noviembre de 2014 de: <http://www.ejournal.unam.mx/ecunam/ecunam2/ecunam0206.pdf>
- Grant, R. (1996). Dirección Estratégica. Conceptos, Técnicas y Aplicaciones. Madrid: Civitas.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación México: Mc Graw-Hill.
- Irigoyen, F (2001). PYMES su economía y organización. Ediciones Macchi.

- Jara Sarru, L. (2000). La pequeña y mediana empresa (PYME) ante la globalización de la economía, [versión en línea]. Economía de la Empresa KAUFFMAN, S. (2001). El desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas: un reto para la economía mexicana, Revista Ciencia Administrativa, México. Num. 1: <http://www.uv.mx/iiesca/revista2001-1/empresas.htm>
- Laplanc, M (1996). Estudio sobre Competitividad de la Industria Brasileira. Productividad, Competitividad e Internacionalización de la Economía. Colombia: Editorial DANE.
- Longenecker J, Moore, C. y Petty, W. (2001) "Administración de pequeñas empresas". México: Thompson.
- Luna, M. y Tirado, R (1997). Organización y representatividad de las micro y pequeñas empresas en México. Revista Comercio Exterior. vol. 47, num. 2. México.
- Markusen, J. (1992), "Productivity, Competitiveness, trade performance and real income: The Nexus Among Four Components", Supply and Services Canada, Ottawa.
- Mcfetridge, D.G. (1995), "Competitiveness: Concepts and Measures", Occasional Paper No. 5, Carleton University, Canada.
- Mercado, E (1998) "Productividad base de la competitividad", Editorial Limusa, Primera Edición.
- Mintzberg H.; Quinn, J. y Voyer, J. (1997) "El proceso Estratégico. Concepto, contextos y casos". México: Prentice Hall.
- Munich, L. (2003). "Fundamentos de Administración". México: Trillas. Décima tercera edición.
- OECD (1992), The Technology and the Economy, Paris.
- Orozco, J. (2002). Michael Porter con empresarios mexicanos. . Extraído el 13 de noviembre de 2014 de: <http://mktglobal.iteso.mx/numanteriores/2002/Septiembre02>
- Pérez, G. (2001) Investigación cualitativa, retos e interrogantes. Madrid: La muralla,
- Porter, M. (1982). Estrategia Competitiva. Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia. CECSA, México.
- Porter, M. (1990) "La Ventaja Competitiva de las Naciones". Argentina: Vergara Editor.
- Porter, M. (1997). Estrategia Competitiva. México: Ed. CECSA..
- Porter, M. (1999). Ser Competitivo. España: Ed. Deusto.
- Rarabba, V; Zaltman, G. (2000). Marketing estratégico. México: Mc Graw Hill.
- Rodríguez, R. (1999). "Competitividad, palabra nueva". Extraído el 13 de noviembre de 2014 de: <http://mktglobal.iteso.mx/numanteriores/1999/nov99/Novi992.html>
- Senge, P. (2000) La Danza del Cambio. Colombia: Norma.
- SIEM. Sistema de Información Empresarial Mexicano. Secretaria de Economía. Obtenido el 8 de noviembre de 2014, desde <http://www.siem.gob.mx>
- Thompson, A.; Strickland A. (1994). Dirección y administración estratégicas. México: Ed. Mc Graw.
- Thompson, A. y Strickland, A. (2001). Administración estratégica. Madrid: Mc Graw Hill.
- Villacencio, D. (1994). Las pequeñas y medianas empresas innovadoras. Revista Comercio Exterior, vol. 44, num. 9. México.

Notas Biográficas

- El **Dr. Miguel Ángel Haro Ruiz** es Profesor en Contaduría en el Centro Universitario de los Valles, de la Universidad de Guadalajara, Jalisco. Culminó sus estudios de doctorado. Tiene en su haber 3 libros, ha participado como ponente en congresos y tiene publicaciones.
- La **Dra. Gloria Silvana Montañez Moya** es Profesora de Administración en el Centro Universitario de los Valles, de la Universidad de Guadalajara, Jalisco. Realizó sus estudios de doctorado en Planeación Estratégica en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Ha publicado más de 10 artículos, 2 libros y ha presentado ponencias en el extranjero.
- La **Dra. Sandra Gutiérrez Olvera** es Profesora de Contaduría en el Centro Universitario de los Valles, de la Universidad de Guadalajara, Jalisco. Realizó sus estudios de doctorado en Planeación Estratégica en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Ha publicado más de 10 capítulos de libro, ha publicado artículos en revistas internacionales, también ha presentado más de 10 ponencias y proporciona servicios de consultoría organizacional.
- El **Mtro. Juan Carlos Ibarra Torres** es Profesor en Contaduría en el Centro Universitario de los Valles, de la Universidad de Guadalajara, Jalisco. Tiene en su haber 3 libros, ha participado como ponente en congresos.

ANÁLISIS, DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN PROCESO INDUSTRIAL APLICANDO ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES

**Hernández Bandala José I.¹, Hernández Calderón Ricardo D.², Porras Cruz Luis D.³,
María F. Martínez Muñoz⁴, M.E. Jacqueline D. Montes de Oca Chávez⁵ y M.I.I. A. González Torres⁶**

Resumen.- El presente trabajo trata el tema del análisis de un proceso industrial el cual manufactura un producto con el fin de realizar mejoras en busca de la disminución del tiempo de espera y reducción del tiempo. Esto redundará en aumentar el nivel de satisfacción del cliente, que como se sabe es un factor muy importante en cualquier empresa, más aún en una dedicada al servicio.

Para ello se recopiló toda la información necesaria de la base de datos del proceso industrial y se diseñó un modelo que replicase la situación actual mediante simulaciones. El programa utilizado para esto fue el software ProModel® en su versión estudiantil.

Palabras clave: *análisis, simulación, mejoramiento.*

Introducción

Simular significa representar algo, fingiendo o imitando lo que en realidad no es. (Céspedes, 2006). En términos generales, esa es una definición acertada de lo que es una simulación pero, en el ámbito en el que se desenvuelve el proyecto, una simulación se ve como una forma particular de modelar, considerando modelar como una forma de representar la realidad.

Historia del Software ProModel®

ProModel Corporation fue fundado por el Dr. Charles Harrell in 1988, in Orem, UT con el propósito de proveer un software de simulación sencillo de usar, poderoso y accesible, para instalarse en cualquier computadora. La visión fue crear un conjunto de herramientas que no necesitaran un programador para poder usarse. Esto incrementó el potencial de la base de usuarios para todos los usuarios de simulación industrial tal como el Industrial, el Manufacturero, Ingeniería de Gestión, así como Instituciones Académicas.

A principios de los años 90's, cuando Microsoft lanzó Windows versión 3.0, ProModel fue la primera compañía de simulación que desarrolló una verdadera versión para Windows. A mitad de lo 90's compañías en del ramo de la Salud y otros tipos de servicios solicitaron características específicas lo que permitió desarrollar ProModel para Winows, MedModel y ServiceModel.

Promodel continuó desarrollándose en la medida que lo clientes necesitaban otras herramientas como animación 3D y reportes, mejoras en su arquitectura (C# y Net platforms) y la capacidad para poder ejecutarse en Windows XP y Vista. A principio de la década del 2000, ProModel desarrolló el Portafolio Simulator que es un plug in en Microsoft Visio y Proces Simulator que es un plug in de Microsoft Project, las cuales son herramientas que no requieren de un modelador experto, han expandido el uso de la simulación dentro de BPM, BPR, Portafolio & Project Management and Lean/Six Sigma space. Adicionalmente, con el desarrollo de Microsoft Plug-In tolos, ProModel ha llegado a ser un Certified Microoft Partner. A mediados y finales de la década del 2000 ProModel incursionó en nuevos mercados como la Inteligencia de Negocios (BI).

^{1,2,3,4,5} *Universidad de la República Mexicana*

Hoy en día, ProModel tiene presencia a nivel mundial. En Estados Unidos hay alrededor de 150 personas con oficinas establecidas en Allentown, PA; Orem UT and Ann Arbor, MI, asimismo cuenta con la representación de 25 compañías altamente capacitadas alrededor del mundo.

¿Qué es Promodel®?

Es un simulador con animación para computadoras personales. Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc. Puedes simular bandas de transporte, grúas viajeras, ensamble, corte, talleres, logística, etc. Promodel es un paquete de simulación que no requiere programación, aunque sí lo permite. Corre en equipos 486 en adelante y utiliza la plataforma Windows®.

Puedes simular Justo a Tiempo, Teoría de Restricciones, Sistemas de Empujar, Jalar, Logística, etc. Prácticamente, cualquier sistema puede ser modelado. También se Optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros claves del modelo y a encontrar rápidamente la solución óptima, en lugar de solamente hacer prueba y error.

Objetivos Generales

Analizar, diseñar y evaluar un proceso mediante la simulación

Objetivos Específicos

- Describir el proceso.
- Analizar el proceso.
- Simular el proceso.
- Identificar las partes del proceso que pueden optimizarse.

Justificación

El tema principal que se plantea es un tema relevante, de gran importancia en la actualidad y muy útil, ya que permite conocer y analizar de una manera simulada lo que es un modelo y la manera en cómo éste se aplica en las organizaciones en el ámbito de la realidad.

El simulador evita el tener que llevar a cabo un proceso para poder obtener las determinantes, ya que esta simulación de acuerdo a su programación proporciona resultados que son la base del análisis que se llevará a cabo.

Lo que se desarrollará durante el proyecto es, principalmente, la definición y los conceptos más importantes que se manejan de estructuración de datos y de simulación del proceso, una vez obtenidos los conocimientos necesarios será momento de proceder a la parte de la implementación de un simulador y de esa manera se conocerá el procedimiento que se necesita para llevar a cabo mejoras del proceso.

Más allá de contar con un problema, se pretende desarrollar el planteamiento de una nueva idea dentro de las organizaciones, esto con la idea de que dentro de ella puedan llevar a cabo la simulación de sus actividades antes de ser implementadas, lo cual ahorra tiempo, recursos y logra que se realicen procesos de mayor calidad.

Metodología

A continuación se muestra en la tabla 1 la matriz de roles, la cual explica la conformación del equipo que desarrollo la presente investigación y las actividades que se realizaron para la conformación del proyecto, ver tabla 1.

Tabla. 1. Cronograma del Proyecto

ACTIVIDAD	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Conceptualización del objetivo de estudio	■	■														
Cálculo de muestreo de trabajo			■	■												
Toma de tiempos					■	■	■	■								
Formular el Modelo de Estudio									■							
Simular el Modelo de Estudio										■	■	■				
Comparar los resultados de la Simulación.											■	■	■			
Análisis de resultados													■	■	■	■
Escritura del Proyecto																■

Paso 1. Como primer paso se realizó junta con el equipo integrados por 3 Alumnos de la materia de Procesos Industriales; de ahí se procedió a delegar responsabilidades a cada uno de los integrantes.

Paso2. Se realizó el paso de recolección de datos, en este paso un integrante del equipo realizó observaciones de investigación de campo; también realizó toma de tiempos del proceso industrial.

En este paso se realizaron primero 10 muestra de toma de tiempo, después se utilizó la formula estadística con un intervalo de confianza de 95% y un margen de error de 0.05% para conocer el número de muestras que se debían realizar para completar con éxito el estudio de tiempos del proceso de estudio.

$$n = (z_{\alpha/2}^2)(p * q) / (B^2) = \text{número de observaciones}$$

Dónde:

1. n = número de observaciones
2. z = porcentaje de confiabilidad, (se usó 95%)
3. p = Probabilidad de éxito (se usó 0.5)
4. q = Probabilidad de fracaso (se usó 0.5)
5. B = porcentaje de error (se usó 0.05).

Se explica a continuación la formula con los datos que se utilizaron para desarrollar el muestreo de trabajo.

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5 * 0.5)}{(0.05)^2} = \frac{0.9604}{0.0025} = 384.16 \text{ observaciones}$$

Como se puede observar en la formula anterior, el número de observaciones que se realizaron para la presente investigación fueron 384.16 observaciones, lo cual sirvió para realizar la toma de tiempos del presente estudio.

Paso 3. Una vez realizado el segundo paso, se procedió a construir el modelo. Para construir el modelo de simulación se ingresó la información en los menús del software Promodel. Los elementos de simulación empleados fueron: locations, entities, path networks, resources, processing, arrivals, user distributions y background graphics. En las figuras 1 se muestra el modelo de simulación realizado en Promodel.

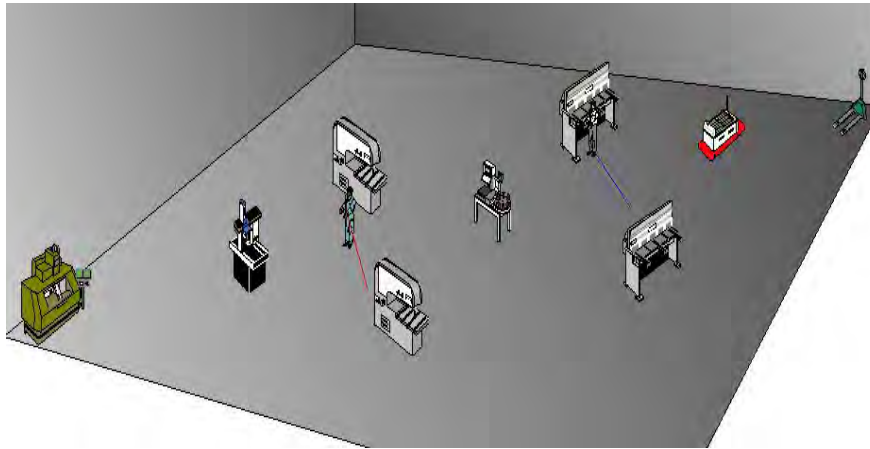


Figura 1. Construcción del proceso

Paso 4. En este paso se realizaron corridas piloto para determinar si el modelo funcionaba adecuadamente y si representaba al sistema actual. Se corrió el programa de simulación 10 veces, las cuales fueron consideradas como un número piloto de corridas para después utilizarlas en la validación del modelo de simulación.

Paso 5. En este paso se corrió el programa. El modelo del sistema actual se corrió 45 veces. Posteriormente se le hizo las modificaciones respectivas para simular la mejor alternativa, y se verificaron los resultados.

Análisis e Interpretación de resultados

Una vez realizado la simulación, se corroboraron los resultados que el software Promodel da, y se analizaron e interpretaron. A continuación se muestran los resultados:

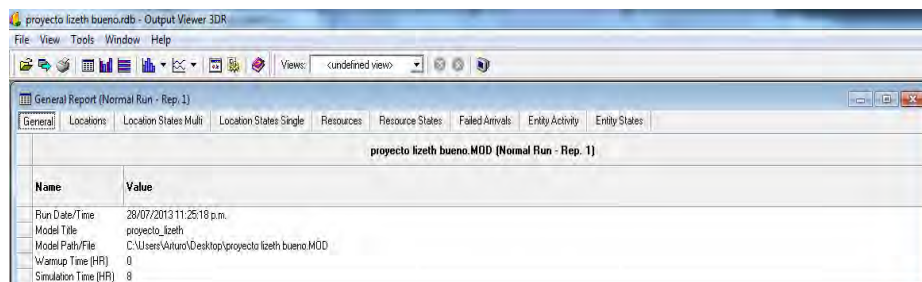
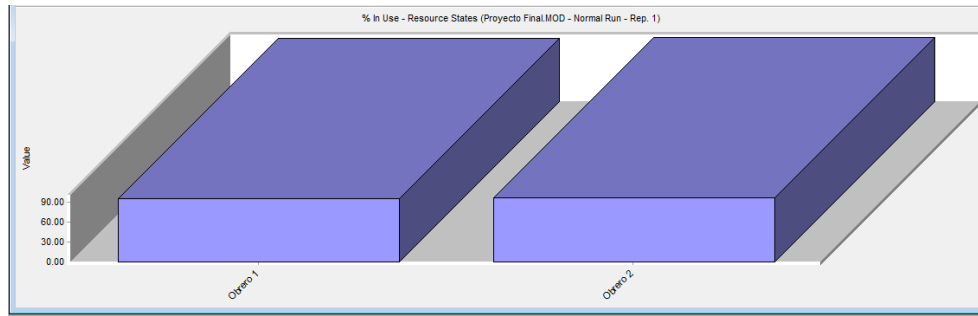


Figura 2. Resultados del Software Promodel®

Los resultados que da el software Promodel® ayudaron al equipo a saber cómo se comportaba el proceso, lo más relevante fue que demostró cuántos clientes se atendían en una jornada de 24 horas, también demostró cuántas entregas y/o cuántos clientes no se lograban atender en la misma jornada de trabajo. A continuación se muestran los resultados del proceso estudiado, ver figura 3.



Resultados de Entregas Fallidas del Software Promodel®

Para terminar con el análisis se pudo obtener la productividad del proceso de calzado; la cual fue de 8.42%, lo cual habla de un proceso con muchas áreas de oportunidad. Lo cual el equipo está trabajando en ellas para mostrarlas al jefe de la empresa.

Conclusión

Al realizar los análisis y evaluar el proceso fue posible determinar el nivel de productividad del proceso y conocer las áreas de mejora. El proporcionar a la empresa un método con el cual se establece un mejor recorrido para realizar la entrega del producto a los diferentes clientes, promueve, además de una reducción en las distancias, tiempos y costos, un paso decisivo en la búsqueda de la mejora continua e incremento de la productividad de la distribuidora, asegurando con ello una posición competitiva dentro del mercado.

Los resultados de este estudio demuestran los beneficios obtenidos al aplicar herramientas que ayudan a la mejora de procesos, mediante la aplicación de la simulación.

Con este proyecto se pusieron en práctica los conocimientos adquiridos durante cursos anteriores como lo son bases de datos, taller de investigación y se aplicaron los adquiridos recientemente como programación web y tecnologías inalámbricas. Este proyecto servirá para generaciones futuras y será de gran utilidad para el instituto.

Bibliografía

1. Coss Bu, Raúl (1990). Simulación. Un enfoque práctico, Editorial Limusa, México.
2. Law, Averill M. y David W. Kelton (2000). Simulation Modeling and Analysis, McGraw-Hill International Editions, U.S.A.
3. Parra Iglesias (1999). Enrique, Optimización del Transporte, Editorial Díaz de Santos, México
4. Promodel Corporation (1999). Promodel User's Guide, Promodel Corporation, U.S.A, 1999.
5. <http://members.tripod.com/~operativa/invop/Invop.html>, consultada el 12 de mayo del 2007.

Autorización y renuncia. (Arial 10)

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tuxtepec (ITTux) para publicar el escrito en el libro electrónico del 1er Foro Multidisciplinario de investigación, en su edición 2013. El ITTux o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito.

Minimización del Índice de Accidentes Generados en el Proceso de Llenado de Cilindros de Alta Presión

Ing. Fernando Hernández Delgado¹, Dr. Alfonso Aldape Alamillo²,
M.C. Francisco Zorrilla Briones³, M.C. Luz Elena Terrazas Mata⁴

Resumen—La metodología del Análisis del Estudio del Trabajo aplicada a la mejora y productividad del trabajo ha sido una herramienta valiosa desde hace décadas, en este estudio se aplica dicha herramienta para el análisis de riesgos en las áreas de trabajo y su consecuente jerarquización en una industria de llenado de cilindros de alta presión. Los trabajadores en las plantas de llenado de cilindros de alta presión se encuentran expuestos a diferentes tipos de riesgos laborales que provocan accidentes y enfermedades ocupacionales diversos, el centro de llenado a investigar no es una excepción, está en una empresa Mexicana de mediana y alta complejidad que tiene un promedio de 70 accidentes por año y que, a pesar de políticas, reglas y procedimientos, no ha logrado reducir estos accidentes. Por medio del estudio del trabajo, y la metodología WISE de la OIT se propone reducir los accidentes en grado de importancia y mejorar los centros de trabajo aumentando la eficiencia y reduciendo riesgos.

Palabras clave—Riesgos, Accidentes, Estudio del Trabajo, WISE, Gases Comprimidos.

Introducción

El índice de accidentes laborales es sin duda un problema para las plantas de llenado de cilindros de alta presión que son consideradas como de alto riesgo. El propósito de esta investigación es utilizar el Estudio del Trabajo en una planta de llenado de cilindros de alta presión para desglosar y analizar las tareas y descubrir los riesgos laborales potenciales disminuirlos o eliminarlos, además de hacer más eficiente el trabajo reduciendo actividades que no le agreguen valor al producto, aunado a esto, se utilizará la metodología WISE (Work Improvement in Small Enterprise) de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) para mejorar las condiciones físicas del lugar y crear unas instalaciones limpias, funcionales y seguras para el bienestar de los trabajadores. El estudio del trabajo es la aplicación de ciertas técnicas y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia, seguridad y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras, (Pascual, 2002). En condiciones ideales, el estudio de métodos de trabajo lo que busca es el método ideal, su filosofía es que cualquier trabajo es mejorable porque no se está realizando de manera ideal. La metodología WISE se enfoca en mejorar el almacenamiento y manipulación de materiales, el Diseño de los puestos de trabajo, el Uso eficiente de la maquinaria, el Control de sustancias peligrosas, la Iluminación, los Servicios de bienestar en el lugar de trabajo, los Edificios e instalaciones industriales y la Organización del trabajo. Estas 2 metodologías permitirán identificar, evaluar y controlar los riesgos para reducir accidentes, se utilizará una diferencia de medias para evaluar los resultados.

En el año 2012 en esta empresa ocurrieron 71 accidentes en las diferentes áreas como sigue: 55% fueron en movimiento de cilindros, 25% en vehículos y el 20% restante en plantas de llenado. En la siguiente Figura 1 se presentan los accidentes registrados ante el IMSS de Febrero del 2012 a Febrero del 2013

¹ Ing. Fernando Hernández Delgado es Estudiante de Posgrado de la Maestría en Ingeniería Administrativa en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México ferny1500@yahoo.com.mx

² Dr. Alfonso Aldape Alamillo, Profesor Investigador de la División de Estudios de Posgrado del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. aaldape@itcj.edu.mx

³ M.C. Francisco Zorrilla Briones, Profesor Investigador de la División de Estudios de Posgrado del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. fzorrilla@itcj.edu.mx

⁴ M.C. Luz Elena Terrazas Mata, Profesora Investigadora de la División de Estudios de Posgrado del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. lterrazas@yahoo.com.mx

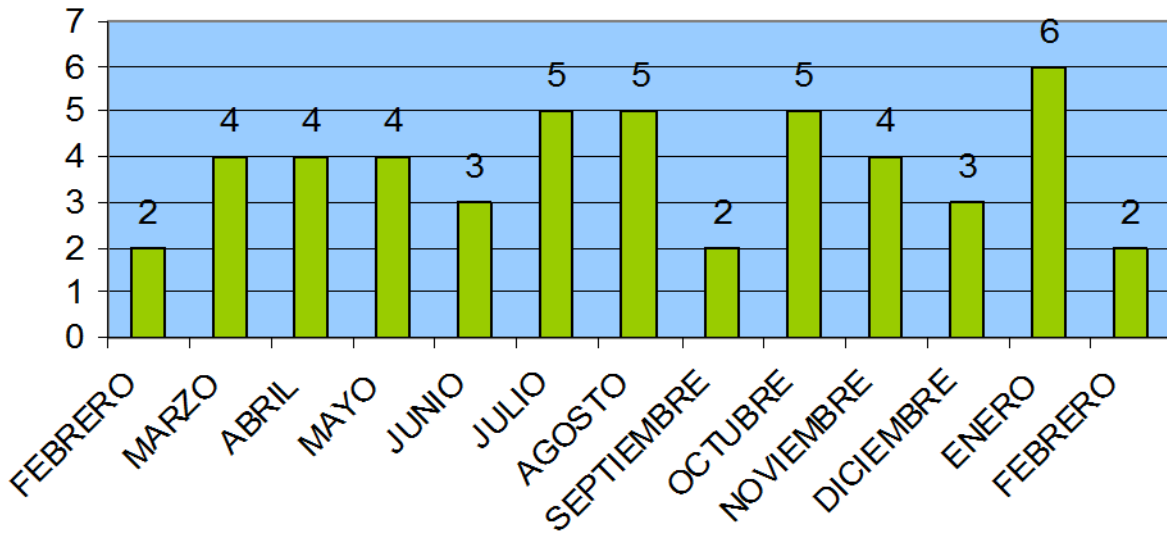


Figura 1. Accidentes registrados ante el IMSS en el 2012

Marco Teórico

La OIT considera al accidente de trabajo como la consecuencia de una cadena de factores en la que algo ha funcionado mal y no ha llegado a buen término. Se argumenta que los accidentes de trabajo son consecuencia de la actividad humana, y que la intervención del hombre puede evitar que se produzca esa cadena de sucesos (Saari, 2010). La gran cantidad de accidentes laborales y las consecuencias en los trabajadores y las empresas son un problema latente y de preocupación para las empresas ya que afectan la productividad y la integridad de su gente, los primeros intentos de los empresarios de esta empresa gasera para resolver esta problemática se orientaron a mejorar las condiciones físicas y mecánicas inseguras, estableciendo controles técnicos, de diseño de maquinaria, y mejoramiento de los lugares de trabajo, pero estas acciones solo redujeron en un porcentaje pequeño los accidentes, la gerencia corporativa empezó a preguntarse si el castigo ayudaría a reducir accidentes y alcanzar los objetivos deseados y empezaron a colocar medidas disciplinarias como rescisión de contrato, pérdida del bono de productividad y días de descanso, pero estos castigos solo ocasionaron que los empleados ocultaran los incidentes y no se reportaran en tiempo y forma, Gravina (Gravina, 2014) dice: “El castigo no solo desmotiva a revelar los accidentes, sino que muy seguido daña la relación y moral de los empleados y crea desconfianza para con los gerentes”.

Numerosos investigadores han estudiado el tema de reducción de accidentes y análisis de riesgo debido a las consecuencias que traen en la productividad de las empresas y los daños que ocasionan a las personas, lo primero que hacen las empresas para reducir los accidentes es mejorar las condiciones físicas del sitio, estado de las herramientas y equipos, materiales y productos, y establecen controles técnicos, diseños de nuevos equipos y maquinaria, y mejoramiento del sitio, y se logra una importante reducción de accidentes, pero se debe hacer notar que el factor humano es muy importante para reducir los actos inseguros ya que según (Herbert William Heinrich, 2007) hasta el 90% de los accidentes es causado por el error humano. También Luis López Mena (Mena & Veloz Antidrian, 1990) mencionan que “La estrategia de modificación conductual basada en el empleo de refuerzo positivo al comportamiento seguro, parece ser una vía útil y aceptable para incrementar conductas seguras y disminuir lesiones y pérdidas por accidentes”

Sin embargo, este estudio se enfocara en el análisis de riesgos utilizando el Estudio o análisis del Trabajo como la base para una eficaz gestión de la prevención de la salud y la seguridad, así como una herramienta para reducir los accidentes laborales y las enfermedades profesionales. (Work, 2009). Hay algunos riesgos que pueden ser evitados o eliminados por completo, En este caso el riesgo remanente es evaluado en consecuencia como riesgo moderado o aceptable ya que puede ser trivial o sin consecuencias graves. Cuando no sea posible la eliminación total de los riesgos, las medidas descritas se centran en la acción preventiva del origen del riesgo. En la figura 2 y 3 se muestran malas prácticas de sobreesfuerzo con cilindro que puede provocar accidentes.



Figura 2. Sobreesfuerzo con cilindro



Figura 3. Sobreesfuerzo con cilindro

Descripción del Método

El Estudio del Trabajo no solo mejora el trabajo, sino que debido a la reducción de operaciones que no le agregan valor al producto, también ayuda a reducir accidentes, una vez hecho el análisis e implementado las mejoras encontradas utilizando las preguntas del estudio del trabajo: ¿Qué se hace y por qué?, ¿Dónde se hace y por qué ahí?, ¿Cuándo se hace y por qué en ese momento?, ¿Quién lo hace y por qué él? y ¿Cómo se hace y por qué así? Se hizo un comparativo de medias entre el número de condiciones inseguras detectadas antes de usar esta herramienta propuesta y la metodología actual, además se consideró conveniente usar la metodología WISE durante el proceso de recolección de información para reducir riesgos encontrados. Para el análisis se siguieron los siguientes pasos:

1. *Seleccionar el trabajo que se pretende mejorar*

Debido a la gran cantidad de procesos y productos que se manejan en esta empresa, se seleccionó el llenado de cilindros de alta presión, este proceso se utiliza para llenar cilindros de Argón y Nitrógeno.

2. *Análisis de la Situación Actual*

Antes de hacer cualquier cambio fue necesario hacer un análisis del proceso actual, para identificar todas aquellas operaciones que no agregan valor al producto para tratar de eliminarlas y a su vez reducir algún riesgo inherente en este proceso. Estudiar el trabajo de los operarios, descomponerlo en sus movimientos elementales y cronometrarlo para después de un análisis cuidadoso, eliminar o reducir las operaciones y los riesgos que se generan con movimientos, traslados, demoras, operaciones e inspecciones inútiles, además dar a los trabajadores instrucciones técnicas sobre el modo de trabajar, o sea, entrenarlos adecuadamente.

3. *Registrar las actividades en el formato del estudio del trabajo*

Se utilizó el formato “Gráfica de Desarrollo” de la fig. 4 para vaciar el procedimiento de llenado de cilindros a alta presión desglosando las operaciones en nodos y descomponiendo sus elementos en la forma más simple, como: operaciones, almacenaje, transporte, inspección, demoras, para facilitar el análisis. Además se puso especial énfasis en las operaciones críticas o que presentaban riesgo.

4. *Analizar las actividades para reducir o eliminar pasos que no le agreguen valor al producto.*

- a) Se escogió el llenado de cilindros de alta presión de Argón y Nitrógeno.
- b) Se describe brevemente cada detalle en el formato grafica de desarrollo.
- c) Se utilizaron los símbolos, enumerándolos por tipo.
- d) Se midieron tiempos y distancias (estudio de tiempos y movimientos).
- g) Se recapitularon y sintetizaron todos los elementos analizados.
- h) Se hicieron anotaciones de las ideas de posible mejora, sin criticarlas, después se analizaron utilizando las 5 claves (hoy llamadas 5 Ws), descritas arriba buscando actividades de desperdicio que no transforman al producto como: traslados, operaciones dobles, demoras, almacenamiento, exceso de inventario, método inadecuado, riesgos en la operación, ruta crítica, etc.

5. *Utilizar la metodología WISE para mejorar las instalaciones del lugar y reducir desperdicio.*

Utilizando la metodología WISE de los 8 pasos para las pequeñas y medianas empresas de La Organización Internacional del Trabajo, se mejoraron las condiciones de las instalaciones en esta empresa gasera como ayuda para el estudio del trabajo en reducción de desperdicio/riesgos y se logró un mejor bienestar de los trabajadores.

GRÁFICA DE DESARROLLO		Operario/Material/Equipo							
DIAGRAMA No. 1	HOJA No. 1	RESUMEN							
OBJETO:	ACTIVIDAD	OPERACION	TRANSPORTE	ESPERA	INSPECCION	ALMACEN	PROPUESTA	ECONOMIA	
		○	⇒	D	□	▽			
ACTIVIDAD	METODO: ACTUAL/PROPUESTO	DISTANCIA							
	LUGAR:	TIEMPO							
OPERARIO(S)		COSTO							
		MANO DE OBRA							
COMPUESTO POR:		MATERIAL							
APROBADO POR:		TOTAL...							
DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	SIMBOLO			OBSERVACIONES		
				○	⇒	D	□	▽	

Figura 4 Formato de la gráfica de desarrollo

Resultados Preliminares

A continuación se muestra un ejemplo del antes en la figura 5, y del después en la figura 6, de un análisis del trabajo y las mejoras encontradas en el llenado de cilindros de alta presión.

GRÁFICA DE DESARROLLO		Operario/Material/Equipo							
DIAGRAMA No. 1	HOJA No. 1	RESUMEN							
OBJETO: CILINDRO DE ALTA PRESION	ACTIVIDAD	OPERACION	TRANSPORTE	ESPERA	INSPECCION	ALMACEN	PROPUESTA	ECONOMIA	
		○	⇒	D	□	▽			
ACTIVIDAD: LLENADO DE CILINDRO DE ALTA PRESION	METODO: ACTUAL/PROPUESTO	DISTANCIA							
	LUGAR: ANDEN DE LLENADO # 1	TIEMPO							
OPERARIO(S) UNO		COSTO							
		MANO DE OBRA							
COMPUESTO POR: FERNANDO HERNANDEZ		MATERIAL							
APROBADO POR: NOE OSORIO		TOTAL...							
DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	SIMBOLO			OBSERVACIONES		
				○	⇒	D	□	▽	
OPERADOR ESCOJE CILINDRO	1	1	1				X	CILINDROS REVUELTOS	
INSPECCIONA LA PRESION Y VIGENCIA	1	1	0.5				X		
INSPECCIONA GOLPES Y VALVULA	1	1	0.5				X		
INSPECCIONA Y CORRIGE IDENTIFICACION	1	1	0.5				X		
ACOMODA CILINDRO EN MANIFOLD	1	15	1		X				
QUITA CAPUCHA	1		0.3	X					
COLOCA CAPUCHA EN RACK	1	2	0.1	X					
CONECTA CILINDRO A MANIFOLD	1		0.1	X					
APRIETA TUERCA CON LLAVE MIXTA	1		0.2	X					
ABRE CILINDRO CON LA MANO	1		0.2	X					
ABRE VALVULA DE VENTEO DE MANIFOLD	1		0.1	X					
VENTEA CILINDRO	1		5	X					
CIERRA VALV. DE VENTEO Y ABRE VACIO	1		0.2	X					
CAMINA HASTA BOMBA DE VACIO	1	10	0.5	X					
PRENDE BOMBA DE VACIO	1		0.1	X					
REGRESA A MANIFOLD DE LLENADO	1	10	0.5	X					
HACE VACIO HASTA 25 PULG MERC.	1		7	X					
CIERRA VALV. DE VACIO	1		0.1	X					
ABRE VALVULA DE ALTA PRESION	1		0.1	X					
COLOCA TERMOMETRO DE CONTACTO	1		0.1	X					
CAMINA HASTA BOMBA CRIOGENICA	1	20	0.5	X					
ENCIENDE BOMBA CRYOGENICA	1		0.1	X					
REGRESA A MANIFOLD DE LLENADO	1	20	0.5	X					
LLENA 1000 PSI Y REVISA FUGAS	1	4	10				X		
LLENA A 2700 PSI Y REVISA FUGAS	1	4	30				X		
CAMINA A BOMBA CRIOGENICA	1	20	0.5	X					
APAGA BOMBA CRYOGENICA	1		0.1	X					
CAMINA A MANIFOLD	1	20	0.5	X					
CIERRA CILINDRO	1		0.1	X					
ABRE VALVULA DE VENTEO	1		0.1	X					
DESCONECTA CILINDRO	1		0.1	X					
VA POR SELLO Y PISTOLA DE CALOR	1	5	0.2	X					
COLOCA SELLO DE GARANTIA	1		0.3	X					
REGRESA A DEJAR PISTOLA DE CALOR	1	5	0.2	X					
VA POR CAPUCHON A RACK	1	2	0.1	X					
COLOCA CAPUCHON	1	2	0.3	X					
ACOMODA EN SU LUGAR	1	10	0.5	X					
TOTAL:	151	62.2	19	12	6				

Figura 5. Grafica de desarrollo actual

GRÁFICA DE DESARROLLO		Operario/Material/Equipo							
DIAGRAMA No. 1	HOJA No. 1	RESUMEN							
OBJETO: CILINDRO DE ALTA PRESION	ACTIVIDAD	OPERACION	TRANSPORTE	ESPERA	INSPECCION	ALMACEN	PROPUESTA	ECONOMIA	
		○	⇒	D	□	▽			
ACTIVIDAD: LLENADO DE CILINDRO DE ALTA PRESION	METODO: ACTUAL/PROPUESTO	DISTANCIA							
	LUGAR: ANDEN DE LLENADO # 1	TIEMPO							
OPERARIO(S) UNO		COSTO							
		MANO DE OBRA							
COMPUESTO POR: FERNANDO HERNANDEZ		MATERIAL							
APROBADO POR: NOE OSORIO		TOTAL...							
DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	SIMBOLO			OBSERVACIONES		
				○	⇒	D	□	▽	
OPERADOR ESCOJE CILINDRO	1	0	0				X	PRE CLASIFICADOS POR CHOFERES	
OPERADOR SE COLOCA SU EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	1						X	GUANTES, FAJA Y LENTES	
INSPECCIONA LA PRESION Y VIGENCIA	1	1	0.5				X		
INSPECCIONA GOLPES Y VALVULA	1	1	0.5				X		
INSPECCIONA Y CORRIGE IDENTIFICACION	1	1	0.5				X		
ACOMODA CILINDRO EN MANIFOLD	1	3	0.5	X				SE ACERCAN A MANIFOLD	
QUITA CAPUCHA	1		0.3	X					
COLOCA CAPUCHA EN RACK	1	0	0					RACK ENCIMA DE MANIFOLD	
CONECTA CILINDRO A MANIFOLD	1		0.1	X					
APRIETA TUERCA CON LLAVE MIXTA	1		0	X				SE UTILIZA CONECTOR RAPIDO	
ABRE CILINDRO CON LA MANO	1		0.1	X				SE UTILIZA ROTOR DE AIRE	
ABRE VALVULA DE VENTEO DE MANIFOLD	1		0.1	X					
VENTEA CILINDRO	1		5	X					
CIERRA VALV. DE VENTEO Y ABRE VACIO	1		0.2	X					
CAMINA HASTA BOMBA DE VACIO	1	1	0.1					SE ACERCA CONTROL REMOTO	
PRENDE BOMBA DE VACIO	1		0.1	X					
REGRESA A MANIFOLD DE LLENADO	1	1	0.1					SE ACERCA CONTROL REMOTO	
HACE VACIO HASTA 25 PULG MERC.	1		7	X					
CIERRA VALV. DE VACIO	1		0.1	X					
ABRE VALVULA DE ALTA PRESION	1		0.1	X					
COLOCA TERMOMETRO DE CONTACTO	1		0.1	X					
CAMINA HASTA BOMBA CRIOGENICA	1	0	0.1					SE ACERCA CONTROL REMOTO	
ENCIENDE BOMBA CRYOGENICA	1		0.1	X					
REGRESA A MANIFOLD DE LLENADO	1	0	0.1					SE ACERCA CONTROL REMOTO	
LLENA 1000 PSI Y REVISA FUGAS	1	4	10				X		
LLENA A 2700 PSI Y REVISA FUGAS	1	4	30				X		
CAMINA A BOMBA CRIOGENICA	1	0	0.1					SE ACERCA CONTROL REMOTO	
APAGA BOMBA CRYOGENICA	1		0.1	X					
CAMINA A MANIFOLD	1	0	0.5	X				SE ACERCA CONTROL REMOTO	
CIERRA CILINDRO	1		0.1	X				SE UTILIZA ROTOR DE AIRE	
ABRE VALVULA DE VENTEO	1		0.1	X					
DESCONECTA CILINDRO	1		0.1	X					
VA POR SELLO Y PISTOLA DE CALOR	1	0	0.1					PORTA PISTOLA EN MANIFOLD	
COLOCA SELLO DE GARANTIA	1		0.3	X				PORTA SELLOS EN MANIFOLD	
REGRESA A DEJAR PISTOLA DE CALOR	1	0	0.2					PORTA PISTOLA EN MANIFOLD	
VA POR CAPUCHON A RACK	1	0	0					RACK ENCIMA DE MANIFOLD	
COLOCA CAPUCHON	1	0	0.3	X					
ACOMODA EN SU LUGAR	1	10	0.5	X					
TOTAL:	22	59.1	19	3	5				

figura 6. Grafica de desarrollo después de las mejoras

Como se muestra en este análisis, se redujeron 129 metros de traslado del operador y se ahorró 10.7 minutos en cada llenado, además se agregó un tiempo para el uso de equipo de seguridad personal obligatorio antes de empezar a trabajar el operador. Con estas mejoras, se logró reducir las incidencias de riesgo por machucones, caída

de cilindros, torcedura de cintura por manejo de cilindros, fatiga, y desorden de cilindros. A continuación se muestran algunas evidencias de las mejoras implementadas para una mejor comprensión. En la figura 7 se muestran los cilindros acomodados sin clasificar, y en la figura 8 y 9 se muestran acomodados por tipo de gas y cerca del *manifold* de llenado permitiendo ahorro en traslado, inspección y tiempo.



Figura 7. Cilindros desacomodados



figura 8. Cilindros clasificados



figura 9. Cilindros clasificados

En la figura 10 se muestra un porta cilindros móvil que ocupa espacio y requiere traslados del operador para colocar los capuchones protectores de la válvula, en la figura 11 se muestra un porta cilindros encima del *manifold* de llenado para que el operador no camine a dejarlos. En la figura 12 se muestra una porta pistola para calentar los sellos en los cilindros sin necesidad de caminar al escritorio por la misma.



Figura 10. Porta capuchones móvil



figura 11. Espacio ocupado



figura 12. Porta pistola calentadora

En la figura 13 y 14 se muestran la bomba de vacío y la bomba criogénica con su paro local, lo que ocasionaba que el operador se trasladara a apagar y prender las mismas. En la figura 15 se muestra el control remoto de ambos equipos cerca del *manifold* de llenado por lo que se ahorra tiempo y esfuerzo en traslados.



Figura 13. Control local Bomba de Vacío.



Figura 14. Control local Bomba Criogénica.



Figura 15. Control remoto de Ambas Bombas cerca de *manifold*.

Se hizo un comparativo de medias entre el número de incidentes detectados antes y después de usar el Estudio del Trabajo y el método WISE de la OIT en esta investigación, y los resultados muestran una tendencia de reducción en el 2014, pero además se tiene una tendencia de reducción en la gravedad de las incidencias y están pasado a ser riesgos leves como tropezones, caídas, escaleras defectuosas, incidentes en oficinas y choques leves de vehículos de la empresa.

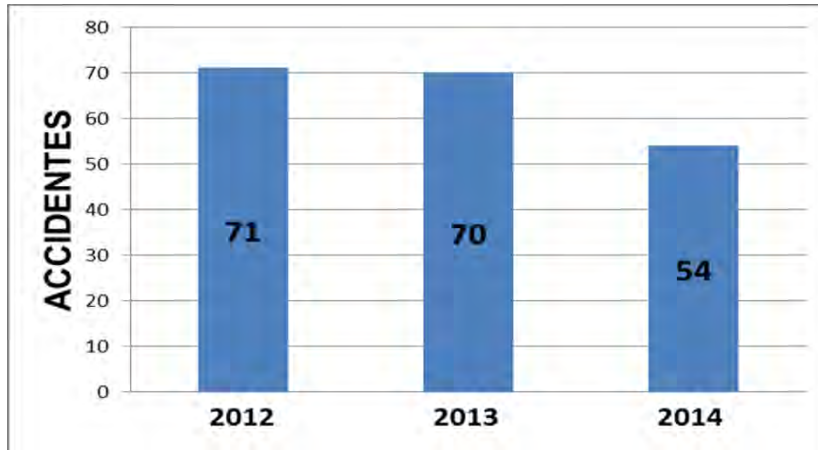


Fig. 6 Resultados preliminares, accidentes por año

Conclusiones

El estudio del trabajo contribuyó a la mejora de la seguridad y las condiciones de trabajo además de manifestar las operaciones riesgosas y se pudo establecer métodos seguros para hacer las operaciones, cabe mencionar que el estudio del trabajo de la OIT, nos indica que el 30% de todos los accidentes ocurren en las operaciones de manipulación en las empresas, y se logró un buen avance en reducir los riesgos, reduciendo el número de operaciones sin valor y el trayecto de los cilindros. Todo este estudio del trabajo fue enfocado más en buscar y reducir riesgos que en mejorar los procesos, pero los resultados fueron simultáneos ya que se ve una tendencia a la baja en el número de accidentes por año, y una mejora en la eficiencia de la producción. Sin embargo cada proceso es mejorable ya que no existe un proceso ideal. Este análisis de llenado de cilindros se puede hacer una vez más y es posible mejorar aún más los tiempos y los riesgos con nuevos métodos y tecnología.

:Referencias bibliográficas.

- Gravina, N. (2014). Using Punishment to Discourage Unsafe Behavior. *Safety Matters*, 14 Professional Safety www.asse.org.
- Herbert William Heinrich, D. C. (2007). *Industrial Accident Prevention: A Safety Management Approach*. Universidad de Michigan: McGraw-Hill.
- Infrasal. (2014, Octubre 20). *www.infrasal.com*. Retrieved Octubre 20, 2014, from <http://www.infrasal.com>
- Mena, L. L., & Veloz Antidrian, J. (1990). Aplicaciones del refuerzo positivo a la reducción de accidentes en el trabajo. *latinoamericana de psicología*, volumen 22, pag 357-371.
- Oficina Internacional del Trabajo. (1995). *Estudio del Trabajo*. Mexico: Limusa.
- Saari, J. (2010). Prevención de Accidentes. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*, 56.3.
- Trabajo, O. I. (2009). *Work Improvement in Small Enterprises (WISE)*. Geneva: Tanzania.
- Work, E. A. (2009). <http://osha.europa.eu/topics/>. Retrieved from facts 85: <http://osha.europa.eu/topics/>

PEQUEÑOS EMPRESARIOS ANTE LAS INNOVACIONES FISCALES

Verónica Hernández Hernández M.A.¹, M.A. Laura Lorena Herrera Pacheco² y
M.A. Jesús Sáenz Córdova³

Resumen

Ante la obligatoriedad del uso de Comprobantes Fiscales Digitales a través de Internet, resultado de las recientes reformas fiscales, la preocupación de los contribuyentes por dar cabal cumplimiento a sus obligaciones fiscales y la necesidad de las autoridades fiscales de detectar prácticas de evasión e identificar delitos como la falsificación de comprobantes fiscales, se ha vuelto una necesidad imperiosa conocer las mejores prácticas en la implementación y uso del CFDI, como medio de comprobación de la actividad fiscal.

El presente trabajo tiene como objetivo descubrir qué factores impactan negativamente en los pequeños empresarios para hacer frente a sus innovaciones fiscales. Se efectuó la lectura de la bibliografía respectiva con lo cual se definió la problemática y la hipótesis con la que se trabajó y a su vez se desarrolló un instrumento de trabajo elaboración propia, dando por resultado un instrumento de estructura confiable. Con el fin de recabar información útil que como resultado se encontró que los pequeños empresarios no están en contra de las innovaciones fiscales ni tecnológicas sino del hecho de no ser tomados en cuenta y sí en que se promulguen leyes que los sorprende.

Palabras Claves: Obligaciones, comprobantes Fiscales, evasión

Introducción

Cada día avanza la tecnología, lo que nos permite agilizar la comunicación, realizar trámites de una manera más sencilla y cómoda. En este sentido, el Servicio de Administración Tributaria (SAT) ha tenido el propósito de hacer uso de esta herramienta no sólo para su beneficio sino también para la comodidad del contribuyente; sin embargo, para tener un uso eficiente de la tecnología se requiere de suficientes soportes técnicos.

Es cierto que hay un estrato de contribuyentes los más pequeños y menos “interne tizados” para los que es entendible y hasta justificable que la obligación les resulte un tanto incómoda, pero también es cierto que esto es así no porque sean incapaces de acceder a la tecnología que hace posible el cumplimiento de dicha obligación, sino más bien porque para ellos representa un cambio radical en términos de cultura por el poco o nulo hábito de registro de operaciones y porque para algunos de ellos siempre les resultará más cómodo permanecer ajenos a la evolución tecnológica que de hecho ya es inevitable en materia tributaria.²

Cierto es, como en todos los procesos, que aún existe áreas de oportunidad pero así como nos adaptamos el uso del celular y el internet en la productividad diaria, esta evolución de Comprobantes Fiscales Digitales nos ha llevado hoy a contar con un sistema de reporte fiscal cotidiano en nuestro día a día en un mundo cada vez más móvil, dinámico y conectado que requiere de este tipo de evolución tecnología para no rezagarse e ir avanzando hacia una era en digital ineludible; donde el futuro es hoy.¹

En esta primera fase, sólo las personas morales estarán obligadas a usar el buzón tributario y a la instrumentación de la contabilidad electrónica; con estas medidas, el SAT fortalece drásticamente su fiscalización, coinciden especialistas.³

¹Verónica Hernández Hernández MA es maestra del área Contable en el Instituto Tecnológico de Parral, Chihuahua. vhernandez@itparral.edu.mx (autor corresponsal)

²La MA Laura Lorena Herrera Pacheco es maestra del área de Finanzas del Instituto Tecnológico de Parral, Chihuahua lherrera@itparral.edu.mx

³El MA Jesús Sáenz Córdova es maestro del área Contable jsaenz@itparral.edu.mx

Descripción del Método

Dentro de los alcances de esta investigación de tipo explicativa se busca conocer qué factores impactan negativamente en los pequeños empresarios para hacer frente a sus innovaciones fiscales. Es una investigación no experimental, porque no se manipularon deliberadamente ningunas variables, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expusieron los sujetos de investigación ni se construyó ninguna situación para ver sus efectos. Es transversal, porque la investigación nos dio a conocer los factores que más impactan negativamente en los pequeños empresarios para hacer frente a sus innovaciones fiscales y no se llevó a cabo un estudio a través del tiempo. Es de campo puesto que las encuestas se realizaron en la ciudad de Hidalgo del Parral, Chihuahua.

Muestra

Se desarrolló un instrumento de trabajo elaboración propia, el cual se aplicó a 60 sujetos en la ciudad de Hidalgo del Parral Chihuahua. Dicho instrumento está integrado por 5 variables nominales y 59 variables de intervalo, en escala de Likert de 0 a 6, encontrándose un Alfa de Cronbach's de 95.47 % de confiabilidad y validez y un error estándar de estimación de 4.19%

Resumen de resultados

Sujetos de investigación

Se observó que de los entrevistados el grado máximo de estudios de los entrevistados es del 6.67% son de primaria, el 18.33% son de secundaria, el 45% preparatoria, el 25% licenciatura, y el 5% de posgrado (fig1.), y además los entrevistados el 73.33% son casados y el 26.67% son solteros (fig2.), además el 41.67% son de sexo femenino y el 58.33% son de sexo masculino (fig3), el 13.33% son de hasta 25 años, el 18.34% de 26 a 35 años, el 25% de 36 a 45 años, el 30% de 46 a 55 años, el 13.33% de 56 a 65 años (fig4). Así mismo, de los entrevistados se desempeñan el 60% son de giro comercial, el 26.67% son de servicio, el 1.67% lácteos y embutidos, el 3.33% construcción, y el 5% de metal mecánica, 1.67% de manufactura, 1.67% otros (fig5).

La población estudiada corresponde a personas que desempeñan una pequeña actividad empresarial en la ciudad de Hidalgo del Parral, Chihuahua.

Fig. 1. Escolaridad



Fuente: Elaboración propia

Fig. 2. Estado Civil



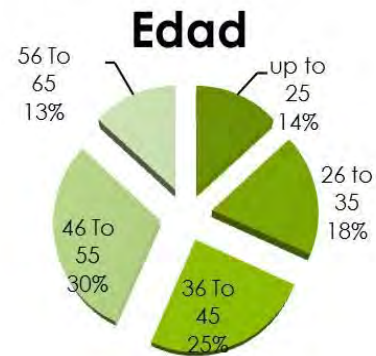
Fuente: Elaboración propia

Fig3. Sexo



Fuente: Elaboración propia

Fig4. Edad



Fuente: Elaboración propia

Fig5. Giro empresarial



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. *Káiser –Meyer-Olkin.*

KMO y prueba de Bartlett		
Medida de adecuación		.236
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	3207.830
	gl	1711
	Sig.	.000

Fuente: Paquete SPSS

En la tabla 1. Se puede concluir que se encontró que la prueba *Káiser –Meyer-Olkin*. Es de .236, la varianza explicada es de 53.13% y la prueba de esfericidad de Bartlett es $\alpha = 0.000$ altamente significativa, por lo que las pruebas si cumplen las condiciones de inter-correlación necesarias para justificar la obtención y utilización del análisis factorial en la investigación, por lo que se obtuvo seis factores con su respectivo alfa de Cronbach's cada uno de ellos y su carga factorial, encontrando que los factores que explica la mayor parte de la varianza total son el uno (tabla 3) y dos (tabla4) .

El método de componentes principales tiene como objetivo transformar un conjunto de variables originales, en un nuevo conjunto de variables (sin perder información), combinación lineal de las originales, denominadas componentes principales (factores). El análisis de componentes principales (ACP) trata de hallar estos componentes o factores, los cuales se caracterizan por estar intercorrelacionadas entre sí, que sucesivamente expliquen la mayor parte de la varianza total.

Tabla 2. Análisis de Cronbach's por Factor (SPSS)

Factor	Alfa Cronbach's
Factor 1 Reto tecnológico evolutivo	93.21%
Factor 2 La reforma fiscal es realmente un beneficio	88.79%
Factor 3 Facilidades administrativas para los que optan tributar en el RIF	79.81%
Factor 4 Factores que impactan negativamente	75.79%
Factor 5 Contribuye el RIF a promover la formalidad	49.11%
Factor 6 cancelado	0%
Total del instrumento	93.86%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2. Se observa el alfa de *Cronbach's* que obtuvo cada uno de los factores en el análisis factorial (SPSS) así como el total de los mismos.

Tabla3. Factor 1 Reto tecnológico evolutivo.

	Variable	CARGA	MEDIA	DESV ESTD	Coef Alfa	Corr Total
1	CONJU12	.530	3.357	1.863	0.9285	0.6074
2	CUENT13	.606	3.107	1.979	0.9278	0.6382
3	DESM15	.544	3.446	1.981	0.9415	0.0059
4	AJECU17	.681	3.964	1.737	0.9266	0.7072
5	ESPEC18	.620	2.964	1.926	0.9274	0.6569
6	EVOLU19	.640	3.321	1.992	0.9255	0.7401
7	LEGIT30	.584	3.661	1.900	0.9276	0.648
8	LEY_31	.641	3.518	1.972	0.9282	0.6201
9	OCASI40	.516	3.911	1.993	0.9274	0.6562
10	OFREC41	.565	4.018	1.844	0.9274	0.66
11	PERTE45	.570	3.500	1.982	0.9273	0.6591
12	PRESE47	.525	3.750	2.091	0.9271	0.6714
13	PROM48	.580	3.946	1.976	0.9284	0.6095
14	PROPI49	.599	3.875	1.717	0.9271	0.683
15	PROVO50	.695	4.054	1.752	0.927	0.6851
16	TECNO57	.717	3.536	2.089	0.9259	0.7212
17	UNIR_58	.804	3.857	2.066	0.9243	0.786
18	UTILI59	.649	3.875	2.183	0.9262	0.7084

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3. Se observa el total de variables, con su carga factorial, su media, desviación estándar, coeficiente de alfa, con su correlación total que agrupa el factor 1, la descripción de cada variable es: Los pequeños empresarios tienen los elementos suficientes para el cumplimiento fiscal (CONJU12). Y tienen el elemento principal en la contabilidad electrónica (CUENT13). El desafío de enfrentar la legalidad (DESM15). Y el momento de ejecutar la nueva disposición fiscal (AJECU17). Los especialistas en materia fiscal (ESPEC18). Las transformaciones

tecnológicas para el cumplimiento de las obligaciones fiscales. (EVOLU19). Y sus razones válidas, justas y eficientes para adoptar el sistema moderno (LEGIT30). La ley que ejerce una fuerza sobre ellos (LEY__31). Aprovechan la oportunidad. (OCASI40). Para la disposición al nuevo régimen fiscal (OFREC41). Y pertenecer al nuevo conjunto de contribuyentes (PERTE45). El proceso del cual dispone la autoridad para dar información. (PRESE47). Es tomar la iniciativa para la realización de un logro (PROM48). Propiciar que la autoridad favorezca la ejecución de la obligación fiscal (PROPI49). Proponen la formalidad en los contribuyentes (PROVO50). Y el conjunto de conocimientos de la contabilidad electrónica. (TECNO57). Para unir toda actividad que realiza el contribuyente. (UNIR_58). En los medios necesarios para cumplir con sus obligaciones (UTILI59).

Tabla 4. Factor 2. La reforma fiscal es realmente un beneficio

	Variable	CARGA	MEDIA	DESVESTD	Coef Alfa	Corr Total
1	CANTID9	0.522	3.2586	2.0136	0.8837	0.5387
2	COMPL10	0.648	3.3103	1.9930	0.8749	0.6377
3	IMPRES26	0.676	3.3621	1.7937	0.8695	0.703
4	IMPUE27	0.561	3.9310	1.7256	0.8797	0.5745
5	PERSO44	0.671	3.3621	1.9619	0.8646	0.7528
6	PERTE45	0.557	3.5862	2.0003	0.8749	0.6382
7	POTES46	0.604	4.5172	1.7695	0.8778	0.6001
8	PROYE51	0.699	3.9828	1.7320	0.873	0.6627
9	RECIB53	0.698	3.7759	1.7576	0.8732	0.6592

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4. Se observa el total de variables, con su carga factorial, su media, desviación estándar, coeficiente alfa, con su correlación total que agrupa el factor 2, la descripción de cada variable es: Los pequeños empresarios brindan la aportación de información contable, que es objeto de medición (CANTID9). Crea incertidumbre para cumplir con sus impuestos (COMPL10). La persuasión les provoca una sorpresa en el ánimo. (IMPRES26). Para realizar los pagos en favor de la autoridad fiscal (IMPUE27). Y expresar lo común que hay entre los nuevos contribuyentes. (PERSO44). Para pertenecer al nuevo conjunto de contribuyentes (PERTE45). Ya que la autoridad tributaria tiene el poder y el derecho sobre ellos (POTES46). Y les proponen la formalidad en los contribuyentes (PROYE51). Para sustentar la presentación de la información contable previamente registrada.(RECIB53).

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Consideración valorativa. En la tabla 3. Se observa que los pequeños empresarios ante las innovaciones fiscales, propician que la autoridad favorezca la ejecución de la obligación fiscal y los contribuyentes aprovechen la oportunidad, para la disposición al nuevo régimen, tienen los elementos suficientes para el cumplimiento y a la vez pertenecer al nuevo conjunto de contribuyentes, las transformaciones tecnológicas para el cumplimiento de las obligaciones fiscales, propician el desafío de enfrentar la legalidad sumado al conjunto de conocimientos de la contabilidad electrónica y proponen la formalidad en los contribuyentes., la ley ejerce una fuerza sobre los contribuyentes y al momento de ejecutar la nueva disposición fiscal estos externan sus razones válidas, justas y

eficientes para adoptar el sistema moderno y es necesario tomar la iniciativa para la realización de un logro, así como también unir toda la actividad que realiza el contribuyente, los especialistas en materia fiscal, tienen el elemento principal en la contabilidad electrónica que es el proceso del cual dispone la autoridad para dar información suficiente en los medios necesarios para cumplir con sus obligaciones.

Consideración valorativa. En la tabla 4. Se observa que los pequeños empresarios ante las innovaciones fiscales no presentan problema para realizar los pagos en favor de la autoridad fiscal, ya que ella tiene el poder y el derecho sobre ellos y les proponen la formalidad en los contribuyentes. Para sustentar la presentación de la información contable previamente registrada, que es objeto de medición. La persuasión les provoca una sorpresa en el ánimo y eso les crea incertidumbre para cumplir con sus impuestos y pertenecer al nuevo conjunto de contribuyentes.

Conclusiones

Así mismo arrojo lo correspondiente a los pequeños empresarios manifiestan que no tenían ningún problema para realizar los pagos fiscales derivados de los ingresos, pero los toma por sorpresa el que el gobierno tenga dificultad para cobrar, por lo tanto ellos no están en contra de las innovaciones fiscales ni tecnológicas sino del hecho de no ser tomados en cuenta y sí en que se promulguen leyes que los sorprende, dichos factores se infieren de las variables respecto a la hipótesis que se trataba de corroborar «Existen factores que impactan negativamente en los pequeños empresarios para hacer frente a sus innovaciones fiscales». Encontramos que en la prueba de esfericidad de Bartlett es $\alpha = 0.000$ altamente significativa, la varianza explicada describe más del 53.13%, por lo tanto evalúa la aplicabilidad del análisis factorial de las variables estudiadas en la investigación, por lo que la hipótesis es válida.

Referencias

¹ Ayala, J.L.(2014). *Los expertos en factura electrónica*. Recuperado el 20 de agosto del 2014, de http://issuu.com/amexipac/docs/13_boletin_mayo

² Luque, E.(2014). Estrategia para mejorar la economía y el desarrollo del país. Recuperado el 20 de agosto del 2014, de <http://www.asesneg.com.mx/sections.php?id=71&new=17#sthash.aFJ9Nkla.dpuf>

³ SAT.(2014). *Contabilidad electrónica-sat*. Recuperado el 21 de agosto de http://www.sat.gob.mx/fichas_tematicas/buzon_tributario/Paginas/contabilidad_electronica.aspx

Aireación de laguna del Carpintero en Tampico, Tamaulipas mediante un sistema fotovoltaico tipo isla

M.T.A Adán Hernández Sánchez ¹, M.T.A Josefina García Navarro ², Raúl Hernández Martínez ³

Resumen-La laguna del Carpintero en Tampico, Tamps., es un lugar de recreación turística que posee una gran variedad de flora y fauna este lugar se degrada en muchas ocasiones por su bajo nivel de oxígeno disuelto (OD) contenido en el agua, cuando estos niveles son bajos afecta al ecosistema directamente por medio de los microorganismos que son necesarios para una buena calidad del agua afectando de esta forma a todo el medio. Por ello es recomendable oxigenar el agua para elevar los niveles de OD en el agua.

Esto se logra con la implementación de un sistema de bombeo que esparce el agua en la superficie de la laguna, este sistema es alimentado con energía renovable proporcionada por un sistema fotovoltaico tipo isla. Al ventear esta agua realiza un contacto directo con el ambiente adquiriendo valores intermedios en comparación con niveles establecidos.

Palabras clave- Sistema Fotovoltaico, Oxígeno disuelto, Aireación del agua, Laguna.

Introducción

La Laguna del Carpintero (LC) es un cuerpo de agua natural que se encuentra en el centro de la Ciudad y Puerto de Tampico, Tamaulipas. Tampico cuenta con un territorio de 92.73 km², donde según el último censo de población del 2013 cuenta con una población de 297,284¹. La LC, fue cuerpo receptor de descargas de aguas residuales municipales por más de 20 años, recibiendo de los canales pluviales aproximadamente un gasto de 450 L/s de agua esto, hoy en día, se sigue dando debido al arrastre de sedimentos que hay hacia el interior de la laguna por parte de drenes fluviales perimetrales y por el canal de la Cortadura². Estas condiciones traen consecuencias negativas en los niveles de OD del agua, para esto se diseñó un sistema de aireación del agua dispersando el líquido en la superficie de la laguna de Carpintero, realizando un contacto directo con el oxígeno en el ambiente. Esto se logra mediante la succión de una bomba neumática alimentada con un sistema fotovoltaico tipo isla calculado para trabajar de manera eficiente con las condiciones de la zona sur de Tamaulipas, su primordial alcance es lograr la circulación del agua del cuerpo de agua, con lo que se elevan los niveles de oxígeno disuelto y disminución del mal olor, este sistema de aireación podría ser utilizado en otras lagunas urbanas. La ventaja del sistema de oxigenación es su alimentación de energía, ya que es suministrada por un tipo de energía renovable, que en el caso de este trabajo es fotovoltaica, la cual se genera utilizando los rayos del sol de la zona consiguiendo su funcionamiento de manera autónoma con la introducción de módulos solares, para la alimentación se contemplaron los diferentes factores en la horas pico solar, el dimensionamiento de cargas y sistemas de conexiones³.

Descripción del Método

Con la realización de este trabajo se resuelve la falta de oxígeno en el agua de la laguna de la Laguna del Carpintero, que se localiza en la Cuenca baja del Río Pánuco, entre los 220° 15' y 220° 14' 33" latitud norte y los 970° 51' y 970° 52' longitud oeste.²

La laguna tiene una longitud promedio de 2000 m., un ancho promedio de 400 m. Un área de 90.4 has y una profundidad promedio de 1.2 m², el cuerpo de agua está rodeado de actividades recreativas muy importantes en la zona, por lo que es de gran beneficio mejorar la calidad del agua, ya que mejora la calidad de vida de las especies que en ella habitan, lo anterior se logra, incrementando el nivel de oxígeno disuelto en el agua de la laguna con un sistema de oxigenación con alimentación de energía por un sistema fotovoltaico tipo isla, aprovechando la energía solar y las horas pico solar que presenta la ciudad de Tampico, Tamaulipas.

¹M.T.A Adán Hernández Sánchez es Profesor Investigador de la Universidad Politécnica de Altamira, México. adan.hernandez@upalt.edu.mx

²M.T.A Josefina García Navarro es Profesora Investigadora de la Universidad Politécnica de Altamira, México. josefina.garcia@upalt.edu.mx

³Raúl Hernández Martínez es Alumno de la Universidad Politécnica, México rhernandezm@upalt.edu.mx

Metodología de medición de OD

Para tener un conocimiento de las condiciones de oxígeno disuelto en la laguna del carpintero, se registraron mediciones en el agua de este parámetro, lo que permitió comparar los niveles registrados en el análisis con los intervalos de condiciones óptimas establecidos para que exista vida del ecosistema acuático de la LC.

Los análisis de oxígeno disuelto se realizaron con el equipo *DO meter* (figura 1), el cual es un medidor de OD, estas mediciones se hicieron periódicamente para registrar aumentos y decrementos de los niveles de OD permisibles en el ecosistema, estos datos se promedian en un nivel base para tener conocimiento de que el prototipo debe entrar en función o viceversa para lograr un rango aceptable del oxígeno disuelto, mediante el proceso de aireación del agua.



Figura 1.- Equipo DO meter

Para obtener las lecturas de OD, el muestreo del agua es necesario realizarlo de forma *insitu*, esto con el fin de que la muestra no registre cambios en un posible traslado y obtener información correcta.

Las lecturas del oxígeno disuelto, se realizan con la ayuda de un electrodo conectado al *DO meter* (figura 2), el cual tiene una membrana en la parte terminal de este, esta membrana antes de ser usada, se le debe realizar una limpieza que consta de sumergir la membrana durante 5 minutos en una solución de electrolito, pasado este tiempo se desecha la solución y se llena de nuevo para que la membrana se hidrate de esta solución. El siguiente paso es retirar la membrana de la solución conectando el electrodo al equipo para que al introducir este en la muestra del agua nos proporcione los niveles de OD existentes ⁴.

Figura 2.- Análisis con equipo *DO meter*

Los datos obtenidos de mediciones de OD en comparación con los parámetros permisibles, nos hace deducir que los niveles de este parámetro, no son los adecuados para que se desarrolle la vida y como consecuencia se rompa la

cadena alimenticia que existe en este ecosistema, dado lugar la muerte de peces. Por lo anterior, se realizó el aireación del agua, con un prototipo que consiste en bombear agua con bajos niveles de oxígeno disuelto al ambiente de manera que sea ventada por lapsos que se programan dependiendo la constante de oxígeno que esté presente en un nuevo muestreo. El agua que se bombea es esparcida sobre el mismo cuerpo de agua para que de lugar a que las gotas de agua que son bombeadas tengan un contacto directo con el oxígeno del ambiente y de esta manera adquiera el oxígeno faltante en el fondo del agua, debido a que en la mayoría de las veces el contacto de este con el agua es solo en la parte superficial de la laguna, mientras tanto el resto del agua de la laguna del Carpintero en su mayoría del fondo no tiene contacto con el ocasionando bajos niveles de OD afectando el desarrollo de microorganismos necesarios para el buen estado físico y químico de la laguna.

Metodología del sistema fotovoltaico

Para la alimentación del prototipo fue utilizado un sistema fotovoltaico tipo isla, pudiendo también ser utilizado un sistema fotovoltaico híbrido con la ayuda de un aerogenerador interconectado en el sistema, todo esto tomando en cuenta las condiciones de la zona como son las horas pico solar que en la ciudad de Tampico tiene una de 4.5 hr, con una inclinación de 21.5° y una velocidad del viento de 2.5 a 3 m/s.³ Como se observa en la figura 3, la carga obtenida es proporcionada por un módulo solar fotovoltaico de 100W a 12 volts, siendo regulada por un controlador electrónico de carga con una capacidad máxima de 1500W, toda esta conexión es suministrada a una batería de 12 volts conectada al borne de carga del controlador que es el mismo que suministra la corriente necesaria a la bomba que trabaja con un voltaje de 12 volts y una corriente de 1 A con una capacidad de bombeo de 12 L/min. El agua circula por la bomba conectando a la salida de esta, una espuma de agua para lograr un mayor contacto del líquido con el aire del ambiente.

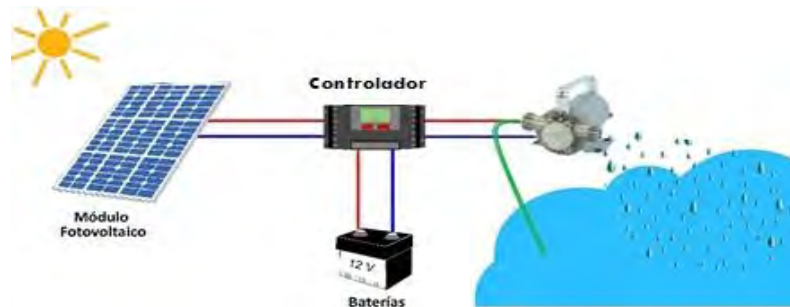


Figura 3.- Diagrama de conexión del Prototipo.

Resultados

El sistema de oxigenación es alimentado por la energía proporcionada por un sistema fotovoltaico tipo isla, teniendo una alta eficiencia con los parámetros eléctricos del mismo tomando en cuenta condiciones de los elementos que lo conforman tales como la batería, que realizó el ciclo de carga con una proporción de 2 horas en su 100% el cual funciona eficientemente, con los resultados obtenidos de voltajes requeridos (12 Volt) y potencias entregadas (65 W), siendo este también un resultado palpable del proyecto debido a que era necesario 50 W para la alimentación de la bomba teniendo un 30 % de potencia más de lo necesario y como factor extra el no haber registrado fallas de descarga en el sistema.³

Después del arranque del sistema de oxigenación, se obtuvieron como resultados de las mediciones de OD valores de oxígeno disuelto de 7 a 8 mg/L de O_2 en el agua de la laguna en los diferentes muestreos. Estos resultados muestran valores favorables de oxígeno disuelto lo que implica una condición adecuada en el cuerpo de agua⁵, debido que al registrarse los valores de OD en un intervalo de 7mg/L a 8 mg/L de O_2 , resulta que los niveles de agua están por encima de los valores bajos de oxígeno en los cuerpos de agua y con ello se mejoran las condiciones de vida para el desarrollo de todas las especies de peces y microorganismos que habitan en la laguna del Carpintero, así como la reducción de CO_2 , metano y otros compuestos orgánicos volátiles que son el causante del mal olor del agua.

Se comprobó la eficiencia del sistema fotovoltaico tipo isla al reflejarse en el buen funcionamiento que éste tuvo al suministrar la energía al sistema de oxigenación en comparación con los cálculos de este al ser dimensionado³. Todo sistema fotovoltaico independiente en su interconexión es considerado eficiente con las proporciones que entrega siendo estas comparadas con las requeridas, en nuestro caso el sistema funcionó de manera correcta, llegando a la conclusión de no haber registrado fallas de funcionamiento, descarga eléctricas o consumo excesivo de la batería, así como el voltaje suministrado por el modulo solar el cual estuvo registrado en un rango de eficiencia del 90% y con ayuda del controlador todas las condiciones fueron manejadas de manera correcta, y considerando que nuestro

elemento a alimentar trabajó de manera óptima debido a que contó con el voltaje y corriente requerida para su buen funcionamiento. La figura 4 muestra el sistema de oxigenación operando.

Figura 4.- Prototipo funcionando.

Conclusiones

Los niveles de OD existentes en los cuerpos de agua se clasifican como agua con sobre oxigenación valores $>7-8\text{mg/L}$ de O_2 y agua pobre en oxígeno en un rango $<2\text{mg/l}$ de O_2 ⁵, por lo que con los resultados obtenidos de OD, después del uso del sistema de oxigenación demuestra que se favorece la cantidad de este parámetro en el agua.

Este sistema de oxigenación puede ser usado en otras lagunas urbanas, sin necesidad de estar alimentadas por la red de energía eléctrica, lo que hace posible ubicar este sistema en cualquier punto del cuerpo de agua.

Se resuelve la falta de oxígeno disuelto del agua en la laguna del Carpintero, con el uso de un sistema que aprovecha la energía solar, que logra circular del agua, elevando los niveles de oxígeno disuelto y disminución del mal olor del agua.

Referencias

¹INEGI. 2013. Anuario Estadístico Municipal de Tampico

² Juárez. R. 1998. Análisis Preliminar de Hidrodinámica de la Laguna del Carpintero. Tesis. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

³ Romero. M. 2010. "Energía Solar Fotovoltaica" Ediciones Ceac Grupo Planeta ISBN: 978-84-329-2058-5.

⁴ Marsilio. A. Medidor microprocesador para oxígeno disuelto HI 2400. Manual de Instrucciones Hanna Instruments

⁵ Marín. R. 2003, "Físico química y microbiología de los medios acuáticos, tratamiento y control de aguas", Ediciones Díaz de Santos SA, ISBN 84-7978-590-x, 2003.

ALGORITMO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RUTA MÁS CORTA DE LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA EN AMBIENTES URBANOS

Dr. José Fernando Hernandez Silva¹, Edgardo Lucian Rocha²
Dra. Carmen Guadalupe López Varela³, M.C. Lorenzo Perez Vila⁴

Resumen.

En la actualidad, el tráfico vehicular en las ciudades constituye una problemática importante para los servicios de emergencias (médicos, bomberos, policía, etc). Estos servicios deben llegar a los lugares solicitados en el menor tiempo posible. El objetivo en esta investigación es trazar rutas de emergencias que permitan minimizar la distancia y/o el tiempo de llegada a un servicio solicitado. Este artículo presenta la aplicación de un método mediante el uso de un algoritmo para la determinación de rutas del servicio de emergencias del departamento de bomberos de la ciudad de Culiacán.

Palabras clave: Servicios de emergencia, Rutas óptimas, Problema de ruta más corta, Malla Vial, Grafo, Algoritmo Floyd-Warshall Extendido.

Introducción

La necesidad de la población de transportarse de un lugar a otro dentro de una ciudad para desarrollar sus actividades diarias ocasiona un congestionamiento vial de las calles en los días y las horas en las que todos quieren trasladarse. La planeación y diseño de las ciudades requiere de ciertas verificaciones como la dirección de las calles o el flujo máximo de esas vialidades (Ángel y Marín, 2011).

El aumento del número de vehículos registrados en la ciudad de Culiacán del año 2005 al 2010 fue de 100 mil autos, es decir, se pasó de 200 mil en 2005 a poco más de 300 mil en 2010 (González, 2012, p.2). El aumento del parque vehicular es una realidad que sigue ascenso y el desafío es cómo mover un auto en una ciudad con estas condiciones, más aun un vehículo con las dimensiones de los utilizados por el servicio de bomberos.

En la actualidad el departamento de bomberos no cuenta con un registro de las rutas de emergencia utilizadas en los servicios, sólo tiene una base de datos con el número de incidentes atendidos y el tiempo en el cual se cubre el llamado. Para el departamento de bomberos de Culiacán otros servicios de emergencia sería de gran utilidad contar con rutas óptimas para llegar de manera rápida a los siniestros. La investigación de operaciones es una disciplina que apoya la resolución de este tipo de problemáticas la cual puede incluirse dentro del denominado problema de la ruta más corta en este caso de vehículos.

Aspectos Teóricos

La logística planifica, implementa y controla la gestión eficiente y efectiva de recursos entre el punto de origen y el de consumo (Council of Supply Chain Management Professionals [CSCMP], 2013), en este caso el de destino. Una de las actividades importantes de la logística es el transporte el cual se basa en el movimiento de una unidad de un lugar a otro. El transporte genera costos importantes como el consumo de combustibles y el consumo de tiempo (Bowerox, Closs y Copper, 2007) y el problema de determinación de rutas de recorridos busca la reducción de estos costos. El problema de la ruta más corta de vehículos es una forma de determinación de rutas de recorridos.

La determinación de rutas de recorrido se basa en la formación de redes de transporte las cuales pueden ser representadas por medio de mallas viales. La malla vial es la unión de puntos de intersección en donde se establecen

¹ Dr. José Fernando Hernández Silva, Profesor investigador del Instituto Tecnológico de Culiacán. fernandez@itculiacan.edu.mx

² Ing. Edgardo Lucian Rocha, estudiante de maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Culiacán

³ Dra. Carmen Guadalupe López Varela, Profesora Titular del Instituto Tecnológico de Culiacán.

⁴ M.C. Lorenzo Perez Vila, Profesor Titular del Instituto Tecnológico de Culiacán.

las distancias entre puntos y el sentido del flujo de acuerdo a la reglas de tránsito (Marín y Sierra, 2009). Un ejemplo de malla vial es el de la figura 1.

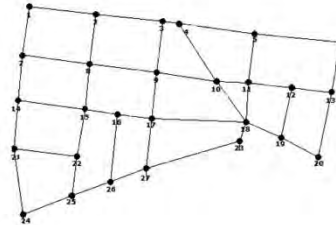


Figura 1. Ejemplo de malla vial.

Las mallas viales se traducen en grafos para el estudio de su problemática. Un grafo se define como una estructura matemática compuesta por dos conjuntos, cuyos elementos están relacionados entre sí por una función de asociación. Un grafo $G = (V, E)$ está formado por un conjunto $V = V(G)$ de elementos llamados vértices y el conjunto $E = E(G)$ cuyos elementos son pares no ordenados de vértices distintos llamados ramas o aristas (Morillo, 2010). Un ejemplo de grafo se muestra en la figura 2.

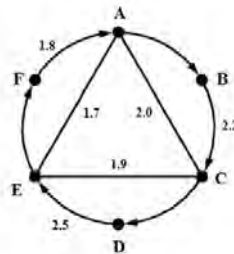


Figura 2. Ejemplo de grafo de 6 puntos.

Los grafos para su estudio y solución se realizan mediante la representación por medio de matrices. Las matrices en las que se muestra un grafo son: la matriz de incidencia, la cual relaciona las aristas con los vértices, mientras que la matriz de adyacencia relaciona los vértices entre sí, es decir, si existe aristas entre vértices (Ángel y Marín, 2011). La matriz de adyacencia muestra los valores de relación normalmente 0 y 1 como se muestra en la figura 3. La matriz de incidencia por su parte muestra los valores de peso que se asocian a las aristas entre un vértice y otro tal como se presenta en la figura 4.

	A	B	C	D	E	F
A	0	0	1	0	1	1
B	1	0	0	0	0	0
C	1	1	0	0	1	0
D	0	0	1	0	0	0
E	1	0	1	1	0	0
F	0	0	0	0	1	0

Figura 3. Matriz de adyacencia de un grafo de 6 puntos.

	AB	BC	CD	DE	EF	FA	AC	CE	EA
A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	2.0	0.0	1.7
B	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.9	0.0
D	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	1.9	1.7
F	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figura 4. Matriz de incidencia de un grafo de 6 puntos.

Las matrices de adyacencia e incidencia del grafo originado a partir de la malla vial, se utilizan como entrada para resolver el problema mediante alguna técnica de modelos de optimización de redes. El problema de la ruta más corta es un método entre los que se clasifica la optimización de redes (Hillier y Lierberman, 2010), tiene como objetivo encontrar la ruta más corta entre dos puntos dentro de una red. Una forma de resolver este problema es mediante el algoritmo de Floyd-Warshall, cuyo objetivo es determinar la ruta más corta entre dos puntos cualesquiera en la red. El algoritmo Floyd encuentra los valores de las rutas mínimas entre la totalidad de los vértices de un grafo conexo que este dirigido, no dirigido o mixto (Ángel y Marín, 2011), ventaja que tiene sobre otro algoritmos como el Disjkstra que sólo aceptan grafos dirigidos.

El algoritmo Floyd-Warshall da como resultado la matriz W de rutas mínimas pero no tiene la capacidad de encontrar la sucesión de vértices que se deben seguir mediante las aristas de una red o malla para determinar la ruta

óptima a seguir, para lo cual se utiliza el algoritmo Floyd-Warshall extendido. Este algoritmo tiene como objetivo encontrar un matriz Θ^M en la cual se almacena como una sucesión de vértices los recorridos correspondientes a las rutas de costos mínimos identificados en la matriz W . La matriz Θ^M necesaria para obtener el conjunto de rutas, se logra construir por la formación de una matriz Θ^0 a partir de la ecuación (1), utilizándola como punto de partida para registrar los cambios en cada iteración del algoritmo Floyd-Warshall (Ángel y Marín, 2011). El algoritmo Floyd-Warshall extendido y el algoritmo para la generación de la matriz Θ se presentan las figuras 5 y 6 y de manera detallada en Lucian R. et al. (2014).

$$\Theta_0 = \begin{cases} I & \text{si } \vec{ij} > 0 \\ '' & \text{si } \vec{ij} = 0 \end{cases} \quad \text{Eq. (1)}$$

```

Entrada: Matriz  $W^0 = [M, M]$ 
           Matriz  $\Theta^0 = [M, M]$ 
           donde:  $M = |V|$  cardinalidad del conjunto de vértices
                   del grafo que representa el sistema

Retorno: Matriz de Valores de Rutas Mínimas:  $W^{M+1}$ 
           Matriz para obtención de Rutas Mínimas:  $\Theta^M$ 

Inicio
  // Procesamiento de las matrices
  Para  $h=1$  hasta  $M$  hacer
    Para  $i=1$  hasta  $M$  hacer
      Para  $j=1$  hasta  $M$  hacer
        Si  $w_{[i,j]}^{h-1} < w_{[i,h]}^{h-1} + w_{[h,j]}^{h-1}$  Entonces:
           $w_{[i,j]}^h = w_{[i,h]}^{h-1} + w_{[h,j]}^{h-1}$ 
          // Cambio en la matriz  $\Theta_m$ 
           $\Theta_{i,j} = h$ -esimo vértice
        Si no:
           $w_{[i,j]}^h = w_{[i,j]}^{h-1}$ 

      // Postratamiento de la matriz de valores de rutas
      Para  $i=1$  hasta  $M$  hacer
         $w_{[i,j]}^{M+1} = 0$ 

  Fin
  
```

Figura 5. Algoritmo Floyd-Warshall extendido

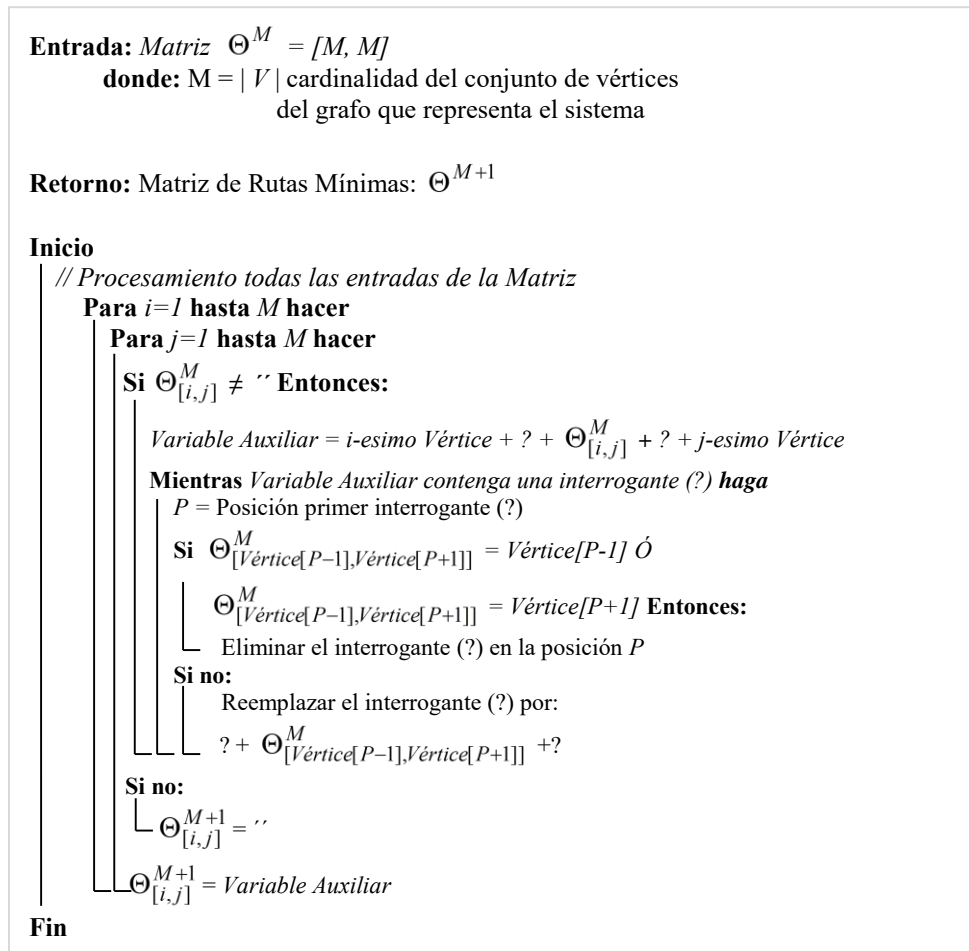


Figura 6. Matriz Θ Floyd-Warshall extendido

Descripción del Método

La metodología diseñada para definir el conjunto de rutas óptimas por donde pueda desplazarse en la ciudad el departamento de bomberos consta de las siguientes 4 fases que a continuación se describen.

Fase 1. Búsqueda e identificación

En la primera fase se considera una zona de la ciudad y se identifican los sitios de interés correspondientes. Dentro de estos puntos se encuentra la ubicación de las estaciones del servicio de bomberos que se van a relacionar con el resto de los sitios. Posterior a la delimitación de la malla vial se recolecta la información de tiempo de traslado entre los puntos a estudiar para formar la base de datos que se utilizará en fases posteriores.

Fase 2. Diseño de la malla vial

La segunda fase consiste en la formación de la malla vial, esta se elabora con el apoyo de la herramienta GIS (Sistema de Información Geográfico) Map24 (ahora denominada Here) para la ubicación de los puntos delimitados y con la información de la base de datos de tiempos. La malla vial formada con Here se muestra en la figura 7. Posteriormente se traduce la malla vial de la ciudad en el grafo representativo. En el grafo se incluyen todos los puntos de análisis seleccionados como la información correspondiente a cada uno de los sitios como se muestra en la figura 8.

Fase 3. Generación de matrices de datos

La tercera fase se toma como base la información del grafo de la ciudad para generar las matrices que sirven de entrada para el algoritmo de Floyd-Warshall extendido. En esta etapa mediante el lenguaje de programación C se

ejecuta el algoritmo para obtener los tramos de ruta más cortos y paso siguiente se forma la matriz con los vértices del grafo que se deben contemplar para definir el catálogo de las rutas óptimas a utilizar en la ciudad de Culiacán para el servicio de emergencias.



Figura 7. Malla vial de la ciudad de Culiacán
(Fuente: Here, 2014)

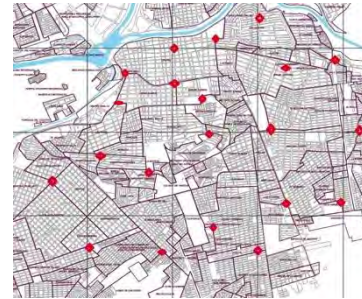


Figura 8. Grafo de la ciudad de Culiacán
(Fuente: Here, 2014)

Fase 4. Implementación

En la cuarta fase con el catálogo resultado del algoritmo Floyd-Warshall extendido, se presenta la propuesta a la comandancia del departamento de bomberos de Culiacán para implementar mediante pruebas de arranque las rutas óptimas a utilizar durante los servicios de emergencia. Esta prueba consiste en asignar la ruta óptima a tomar por el vehículo de bomberos dependiendo de la zona de la ciudad donde se presente la incidencia y compararla contra alguna ruta que se haya tomado anteriormente costumbre o por simple antecedente.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Mediante el desarrollo de las fases de este trabajo de investigación se ha logrado identificar información de relevancia para la actividad de la institución. Para aplicar la metodología propuesta se aplicó en un caso de ruta en el sector cuatro "Estación central". Siguiendo el método, en la primera fase se buscaron e identificaron 19 puntos de interés ó referencia. En la fase 2, se diseñó la malla vial para el sector en mención y se colocaron los nodos de los puntos de interés identificados en la fase anterior (Figuras 9 y 10).



Figura 9. Malla vial



Figura 10. Grafo del sector cuatro "Estación Central"

A partir de los puntos de interés(nodos) en la malla vial se ejecuta el programa en C para obtener las matrices de incidencia y de adyacencia para aplicar el algoritmo Floyd-Warshall extendido. El algoritmo nos proporciona una matriz de distancias final para obtener la(s) ruta(s) a seguir por los servicios de emergencias, esta matriz es leída por el software Here y propuesta en el mapa del sector en mención, como se muestra en la figura 11.

En la figura se puede apreciar las rutas obtenidas para llegar del nodo 1(Estación central) al nodo 8. Las rutas generadas se compararon con dos rutas utilizadas en ocasiones anteriores, las cuales se recorrían de manera empírica, el resultado fue la disminución de tiempo y distancia recorrida.

Factores que inciden sobre las externalidades ambientales

Laura Lorena Herrera Pacheco M.A.¹, M.A. Verónica Hernández Hernández²,
M.A. Jesús Sáenz Córdova³ y M.G.E. Lariza Gabriela Franco Gutiérrez⁴

Resumen

En México muchos todavía dudan de que las empresas tengan alguna responsabilidad en lo que se refiere a dedicar parte de sus recursos económicos a actividades que considera fuera de sus obligaciones como productores de bienes y servicios, de ahí entonces la necesidad de comunicar y generar conciencia respecto a las externalidades ambientales.

El objetivo de la investigación es conocer los factores que inciden sobre las externalidades ambientales, se revisó literatura para definir los problemas e hipótesis que guían esta investigación para lo cual se desarrolló un instrumento de elaboración propia, dando por resultado un instrumento de estructura confiable. Se encontró como lo más común: que sí existe una conciencia de los empresarios, la sociedad y las autoridades respecto al impacto ambiental, sus efectos y los cambios que ocasiona a la vida, por lo que están tratando de tomar medidas para reducir los efectos negativos conocidos como externalidades. Si existe preocupación por el medio ambiente pero anteponen sus intereses económicos en el proceso de generar suficientes satisfactores al menor costo y con la mayor ganancia posible por lo que es indispensable que las autoridades asuman su responsabilidad de manera proactiva en beneficio de la sociedad y el medio ambiente.

Palabras clave

Externalidad, ambiental, responsabilidad social,

Introducción

Una externalidad surge cuando ciertas acciones de los productores o consumidores tienen efectos indirectos no intencionales sobre otros productores o consumidores. Desde este enfoque las externalidades pueden ser positivas o negativas y específicamente se pretende generar una conciencia socialmente responsable para lograr la disminución de las externalidades negativas. Se consideran externalidades ambientales: la contribución al cambio climático, la degradación de la capa de ozono, la liberación de tóxicos o pesticidas, la contribución a la reducción de la biodiversidad, el calentamiento y/o la contaminación del agua, la acumulación de residuos, la contaminación acústica, la emisión de gases que contaminan el aire entre otras.

Las externalidades representan costos y beneficios no incorporados a los precios de mercado y por ende distorsionan las decisiones económicas. Por mencionar solo uno, la explotación de minerales en la región sur del Estado de Chihuahua genera desechos de metales pesados que contaminan el aire, el subsuelo y el agua de las áreas donde están ubicadas las minas, e incluso a kilómetros de distancia a otras regiones; a nivel global la deforestación inmoderada de nuestros bosques en la Sierra tarahumara ha provocado prolongadas sequías y a su vez agravado el tan mencionado cambio climático, estos efectos no son incorporados en su costo de generación, entonces lo que en el pasado era una solución al problema económico mediante la producción de bienes y servicios se convierte en externalidad en función del uso o abuso de un recurso, bien o proceso, tal vez en relación al número de beneficiarios de ese determinado bien y el número de perjudicados por los efectos de dicho proceso.

Para esto se requiere, el conocimiento de las diferentes técnicas de evaluación de impacto ambiental, y que puedan identificarse plenamente las consecuencias que estos generan. De esta manera, se observarán los efectos tanto positivos como negativos debidos a dichos impactos y podrán expresarse en términos económicos. Hay que estimar

¹Laura Lorena Herrera Pacheco es maestra del área de Ciencias Económico Administrativas en el Instituto Tecnológico de Parral, Chihuahua. lherrera@itparral.edu.mx (autor correspondiente)

² La MA Verónica Hernández Hernández es maestra del área de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Parral, Chihuahua vhernandezl@itparral.edu.mx

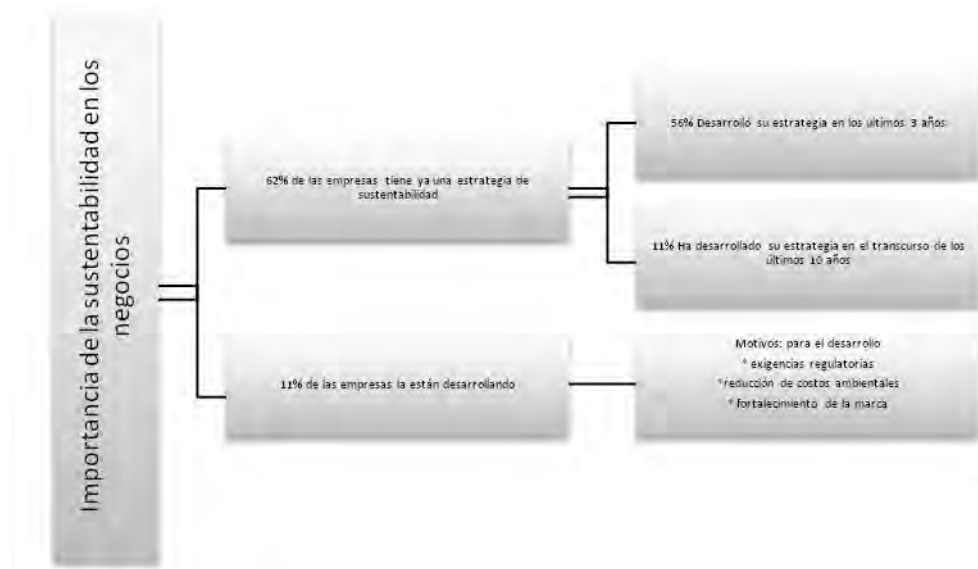
³ El MA Jesús Sáenz Córdova es maestro del área de Ciencias Económico Administrativas jsaenz@itparral.edu.mx

⁴La MGE Lariza Gabriela Franco Gutiérrez es maestra del área de Ciencias Económico-Administrativas del Instituto Tecnológico de Parral, Chihuahua lfranco@itparral.edu.mx

los costos directos de la obra, más los costos de las externalidades, para optar por aquella cuya relación beneficio– costo sea la adecuada.

En México ya se puede hablar de la existencia de una conciencia socialmente responsable, de unos años a la fecha se han invertido recursos para hacerlo y se puede apreciar en *la figura 1* que de acuerdo a los resultados obtenidos en sus estudio (Schneider, H.2010) Una de cada diez empresas afirma que ha implementado actividades relacionadas con la sustentabilidad en los últimos años, destacándose la adopción de prácticas que fomentan la eficiencia energética, la reducción de la huella ambiental de los productos y la disminución de las emisiones en sus diversas formas. No obstante aún faltan otras nueve necesitan el desarrollo de alguna estrategia relacionada con la sustentabilidad quedando por lo tanto mucha tarea pendiente.

Figura 1 Importancia de la sustentabilidad



Fuente: elaboración propia tomado de Schneider H. (2010)

Descripción del Método

Dentro de los alcances de esta investigación de tipo explicativa se busca conocer Los factores que inciden entre el avance hacia una sociedad plenamente responsable y la eliminación de las externalidades negativas. Es una investigación no experimental, sino explicativa porque no se manipuló deliberadamente ninguna variable, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expusieron los sujetos de investigación ni se construyó ninguna situación para ver sus efectos. Es transversal porque la investigación dio a conocer si el avance hacia una sociedad plenamente responsable logrará la eliminación de las externalidades negativas, no se llevó a cabo ningún estudio a través del tiempo.

Respecto a la muestra: Se aplicó un instrumento de elaboración propia integrado por 4 variables nominales y 71 variables de razón a 79 entrevistados en donde se obtuvo un Alfa de Cronbach's de 93.64% de confiabilidad y validez en la estructura de dicho instrumento y con un nivel de error de estimación de 2.13%.

Se calculó la media (0.43946901) y la desviación estándar (0.22070173) de la correlación total, de tal manera que se separan las variables más comunes (media + una desviación 0.66017074), se puede apreciar en la *tabla 1*, y lo menos común que son las variables que se encuentran debajo de (la media menos una desviación 0.21876729).

Tabla 1 medidas típicas y confiabilidad ordenadas por correlación total de las variables

Variable	Media	Desv. Están	Alfa	Corr.Total
SERO065	1,89	1,38	0,9334	0,7532
DETER48	2,30	1,14	0,9339	0,7398
FIRME46	2,24	0,99	0,9342	0,7285
SERVI60	2,06	1,27	0,9338	0,7186
BENEF69	1,85	1,19	0,934	0,7099
CULMI39	2,07	1,21	0,934	0,705
MANTE45	2,11	0,92	0,9344	0,7022
EXPER70	2,19	1,07	0,9342	0,692
ACCION6	1,98	1,22	0,934	0,6862
RESUL49	2,20	1,12	0,9342	0,6825
VIVO066	2,15	1,16	0,9343	0,6501

Fuente elaboración propia

De donde se puede inferir en base al contenido de las variables lo siguiente: Si la prioridad de los empresarios y las autoridades sea preservar la vida y no solo maximizar las ganancias.(SERO065), Las empresas establecen un límite de tiempo para corregir los daños causados al ambiente (DETER48), La sociedad, las autoridades y las empresas se aseguran de medir su impacto en los seres vivos de su ambiente.(FIRME46) Ven el cuidado del ambiente como el resultado de un proceso que satisface sus necesidades de manera responsable. (SERVI60). Sustraen de sus beneficios materiales, los costos de los efectos contaminantes.(BENEF69). Logran llegar al mayor nivel alcanzado en un proceso, programa o evento. (CULMI39). Y logran mantener su entorno sin cambios negativos.(MANTE45), Aprenden de alguna experiencia o circunstancia que haya generado costos sociales.(EXPERT70). Si, emprenden acciones para reducir el daño que ya ocasionaron al ambiente.(ACCION6), Y adicionalmente que las autoridades y la sociedad se preocupen por el desarrollo que implica el crecimiento en cantidad y calidad de vida.(VIVO066)

Comentarios Finales

Resumen de resultados

En cuanto a los sujetos de investigación Se observó que de los entrevistados que de los encuestados el 36.71% se encuentran en el rango de edad de hasta los 20 años, el 32.91% de 21 a 30, el 12.67% de 31 a 40 años, el 12.66% de 41 a 50 años, el 2.54% de 51 a 60 años de edad y el 2.51% de 61 a 70 años. Del total el 54.43% son de sexo femenino y el 45.57% son de sexo masculino, se observa también que en el grado de escolaridad de los encuestados un 44.3% es de nivel superior, un 36.71% cuenta con nivel medio superior, el 8.86% con secundaria, el 7.59% educación básica o primaria y el 2.53% con algún posgrado. Así mismo un 54.43% de los encuestados que son estudiantes, un 18.99% son amas de casa un 10.13% son empleados un 7.59% son servidores públicos, un 7.59% desempleados y tan solo un 1.27% está representado por empresarios.

Se puede inferir que sí existe una conciencia de los empresarios, la sociedad y las autoridades respecto al impacto ambiental, sus efectos y los cambios que ocasiona a la vida, por lo que están tratando de tomar medidas para reducir los efectos negativos conocidos como externalidades. En tanto la sociedad como las empresas, si tienen preocupación por el medio ambiente pero anteponen sus intereses económicos en el proceso de generar suficientes

satisfactorios al menor costo y con la mayor ganancia posible por lo que es indispensable que las autoridades asuman su responsabilidad de manera proactiva en beneficio de la sociedad y el medio ambiente.

Así mismo la hipótesis referida como “Existe una relación directa entre el avance hacia una sociedad plenamente responsable y la eliminación de las externalidades negativas”. Dicha relación se infiere de las variables obtenidas como las más comunes, cuya validez y confiabilidad se refiere en el alfa de Cronbach’s de 0.939696 por lo que se da por concluida afirmativamente esta hipótesis.

Conclusiones

Es indispensable que las autoridades asuman su responsabilidad de manera proactiva en beneficio de la sociedad y el medio ambiente. Y también que la sociedad contribuya exigiendo procesos de producción responsables, no basta con pagar los daños ocasionados después de un mal uso de los recursos, o al paso del tiempo y observar los efectos negativos, no basta explicar que se desconocían estos a largo plazo, no es suficiente ignorar y olvidar sino prevenir generando un cambio de conciencia para evitar que realizarlos; ya que de no hacerlo el deterioro a la calidad de vida de las actuales y siguientes generaciones no se podrá enmendarse con multas, impuestos o sanciones.

Lo que ayudará a disminuir las externalidades ambientales es la medida en que todos los grupos interesados estén comunicados, informados, involucrados y comprometidos con su corresponsabilidad ambiental. Podemos afirmar por nuestro bien que los temas ambientales son y seguirán siendo prioritarios en los próximos años, y las empresas han cambiado sus paradigmas, incluso en las universidades se ha superado el egoísta objetivo de maximización de las utilidades por el de una maximización del valor de la empresa, ampliado incluso a sus partes relacionadas.

Referencias

Schneider, H.(2011).La evolución de la RSE del imperativo moral a las métricas económica.*RevistaThe KPMG way*.Edición No5.Recuperado el 30 de Agosto de 2014

Estudio de Distribución de Proveedores en Rampas de Descarga en un Centro de Distribución y Almacenamiento

Ing. Alejandra Elizabeth Herrera Picos¹, Mc. Lorenzo Pérez Vila²,
Dr. José Fernando Hernández Silva³ y Dra. Carmen Guadalupe López Varela⁴

Resumen— actualmente las empresas dedicadas a la distribución de bienes y servicios requieren de la optimización en los procesos de recepción de proveedores para mantener en su mercancía el valor de tiempo y lugar, aumentando su productividad en actividades logísticas y atención al cliente, en la presente investigación se analiza la problemática en un centro de distribución y almacenamiento de una empresa comercializadora de muebles para el hogar, el cual busca eficientar el proceso de recepción de proveedores por medio de una óptima distribución de los mismos dentro de sus instalaciones, haciendo uso de un modelo matemático para darle solución, por lo que se realizó una recopilación de los diferentes modelos y métodos de solución identificando el adecuado, el cual busca cumplir con el objetivo de la empresa.

Palabras clave— Distribución, calendarización, secuencia, proveedores, modelo matemático.

Introducción

La recepción de proveedores es una parte importante en la cadena de suministros de cualquier empresa dedicada a la comercialización de bienes y servicios, debido a que es la preparación de las demás actividades de almacenamiento los proveedores se tienen que recibir en tiempo y forma ya que repercute en la productividad de la bodega y en el cumplimiento de servicio con el cliente (Frazelle & Sojo 2006), además de representar el 15% de los costos logísticos de la gestión de almacenes (Gómez & Correa 2011).

La coordinación en la atención a proveedores y en el flujo de bienes se convierte en un asunto preponderante en la cadena de suministros, donde su buen manejo implicará el seguimiento con otras actividades dentro de la empresa (Ballou 2004). Según Bowersox (2007) dichas actividades consisten en mover, guardar, clasificar y prepara pedidos para cumplir con los requerimientos del cliente, por lo tanto si existe un proceso de operación de logística integrada eficientemente facilita la velocidad y facilidad del flujo de productos por todo el sistema.

El objetivo que persigue toda empresa es obtener la rapidez en la descarga y lograr que la permanencia de la mercancía en el área de recepción sea la mínima posible, donde el espacio requerido y el costo de operación depende de la fluidez con que estas se pasan del vehículo del proveedor al almacén, todo estancamiento innecesario eleva el costo del producto. Donde la toma de decisiones acertada en la administración del sistema es un factor diferenciador en un mercado globalizado, por tal motivo los sistemas y modelos utilizados como apoyo para la toma de decisiones se convierten en herramientas que pueden influir de manera significativa en la competitividad y sostenibilidad empresarial (Ramírez et al 2012).

La empresa donde se realiza la investigación atiende y distribuye a sus proveedores en el área de recepción de manera intuitiva, generando inconsistencias en el proceso debido al desconocimiento de los amplios factores que lo afectan, es por eso que surge la necesidad en la identificación y aplicación de técnicas de optimización que permitan aumentar su productividad y comenzar a reconocer elementos claves a su beneficio, teniendo como objetivo generar una calendarización y secuencia óptima tomando en cuenta las características tanto del proveedor como de las instalaciones, así como la limitación de los recursos con los que se puede contar.

Revisión Literaria

La asignación de muelles ofrece muchas oportunidades para acelerar el flujo de un producto, por lo que no es simplemente una gestión de muelles, es todo acerca de una programación eficiente y de mantener buenos recursos humanos, el poner atención a aspectos básicos de la recepción contribuirá poderosamente en la eficiencia de las operaciones de almacenamiento y distribución (Andel 2007).

De acuerdo a lo anterior han surgido un considerable número de investigaciones, donde su interés surgió a partir de los 90's considerándose un tema moderno en comparación con otras problemáticas dentro de los almacenes y centros de distribución. Tsui y Chang (1990) fueron los precursores de esta investigación, asegurando que hay

¹ Ing. Alejandra Elizabeth Herrera Picos, estudiante de cuarto semestre de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Culiacán. elizabeth.herrera17@hotmail.com

² Mc. Lorenzo Pérez Vila, Profesor del Instituto Tecnológico de Culiacán. perez_vila@hotmail.com

³ Dr. José Fernando Hernández Silva, Profesor del Instituto Tecnológico de Culiacán. fhernandez@itculiacan.edu.mx

⁴ Dra. Carmen Guadalupe López Varela, profesor del Instituto Tecnológico de Culiacán. cgllopez_it@yahoo.com.mx

muchas investigación acerca de las rutas de distribución y de despachos pero falta adentrarnos en el tema de funcionamiento de muelles, en su investigación se utilizó una programación binaria para realizar la asignación, teniendo como variable principal la cantidad de mercancía a recibir, su tamaño y peso, donde la función objetivo es minimizar la distancia recorrida entre un muelle de descarga y sus áreas de almacenamiento, apoyándose en métodos heurísticos.

Kao & Tau (1996) se enfocaron en la asignación de buques en los muelles, involucrando un cúmulo de factores, donde los equipos de descarga están limitados en cantidad y capacidad, por lo que se desarrolló una secuenciación de los buques mediante un enfoque heurístico de acuerdo a las cargas de los barcos, en este caso la asignación y la secuenciación se trabajan de manera independiente, aplicando un procedimiento interactivo que los integra permitiendo que el encargado modifique el tiempo estimado de descarga y las alternativas de secuenciación, teniendo como resultado una reducción en los costos de estadía.

Siguiendo con la asignación de camiones en áreas de descarga, Gue (1999) se basó en el flujo de los materiales mediante la estrategia de programación look-ahead, el cual consiste en tener un conocimiento de la carga de los camiones para asignarles un muelle de descarga que reduzca al mínimo los viajes de mercancía desde el muelle hasta el área de almacenamiento o de embarque, para realizar la asignación se aplicó un modelo de programación lineal donde la variable principal es la carga de los trailers, para reducir al máximo las distancias se realizaron layouts del área de descarga y embarque tomando en cuenta la cercanía y demanda de mercancía entre ellos, siendo aplicada la simulación para analizar los diferentes escenarios.

Korhan (2004) introduce un modelo cuadrático entero mixto con el objetivo de asignar camiones en las terminales de carga consolidada frente a la variabilidad de los parámetros del sistema, tales como la llegada de los camiones, las características de la terminal y el contenido de la carga, se desarrolló un método heurístico para cumplir con la robustez del problema y superar las dificultades computacionales, además comenta que el problema de asignación de muelles es de alguna manera similar a la asignación de pistas de aterrizaje en los aeropuertos, por lo que se tomaron en cuenta características similares como los horarios de llegada del camión, el horario de salida, el nivel de congestión, tipos de destinos y flujo de carga para el desarrollo del modelo.

De acuerdo a Korhan se analizó una investigación de secuencia de aterrizaje de aviones, Huguet (2013) realizó un estudio de optimización multiobjetivo de la secuencia de aterrizaje, donde el modelo asigna un tiempo de aterrizaje y una pista para cada avión que entra al radar, teniendo como objetivo minimizar los costos a la vez que se respeta el número de restricciones operacionales, además de minimizar el tiempo total de llegada de los aviones. Las restricciones hacen referencia a la separación que tiene que haber entre aterrizajes consecutivo, dependiendo del tipo de avión y ocupación de la pista, por lo que se proponen dos métodos basados en algoritmo evolutivos multiobjetivo, siendo comparada la calidad de las soluciones obtenidas.

La simulación forma parte de las herramientas para solucionar el problema de asignación, la investigación de Gopakumar et al. (2008) Se desarrolló en un centro de distribución de alimentos, utilizando la simulación de eventos discretos para modelar el funcionamiento actual del sistema e identificar las ineficiencias operativas, posteriormente se desarrolló un algoritmo de asignación considerando el tipo y cantidad de productos, su volumetría, pasillo de almacenamiento donde se dirigen y la distancia que se recorre, teniendo como objetivo la minimización de las distancias de recorrido.

Elizandro (2009) combinó la simulación de eventos discretos con una meta heurística de optimización, aplicado para resolver problemas donde la aleatoriedad y el tiempo dominan el sistema, en esta investigación se trata de mejorar el proceso en los muelles donde las puertas son asignadas de acuerdo a la disponibilidad que exista, teniendo como objetivo la minimización total de la distancia de mercancía que se mueve, además se utilizaron algoritmos genéticos para controlar la configuración de los muelles y el control del programa de renuncia para el simulador.

McWilliams (2009), uno de los investigadores que ha tenido gran impacto en la investigación de la asignación de proveedores propuso un algoritmo de balanceo de carga dinámica resuelto por el método Beam Search, evaluando horarios aleatorios donde el lapso de tiempo de la operación depende del grado de la congestión de trailers en espera, el algoritmo de equilibrio de carga le proporcionó a cada muelle de descarga bloques de tiempo para asignar los trailers de acuerdo a las cargas, en función del número de remolques entrantes, el número de muelles de descarga. Desarrollo programa de descarga y utilizó un modelo binario para asignar remolques en muelles inactivos.

Otra de las investigaciones destacadas de McWilliams (2009) se desarrolló en una empresa de paquetería, donde utiliza un algoritmo genético para generar los horarios y encontrar los muelles de descarga óptimos o así óptimos para el momento de la asignación, por lo que se utilizó un modelo de programación binario para realizarla, el rendimiento del algoritmo genético se comparó con la programación basada en la simulación y programación

aleatoria, siendo el algoritmo genético el que ofrecía mejores resultados, además de ofrecer un menor tiempo computacional.

Con el seguimiento de McWilliams (2010) en su investigación en empresas de paquetería, determino que el intervalo de tiempo tiene un impacto significativo en el costo operativo y de la fiabilidad de entrega, por lo que utilizó un enfoque iterativo para encontrar soluciones aproximadas a las optimas para la secuenciación de descarga, donde se realizan segmentos de tiempo en base a la mercancía por descargar, haciendo uso de un modelo de asignación binaria para realizar la secuenciación, las variables de decisión y limitaciones son el numero de remolques entrante, numero de segmentos de tiempo por remolque entrante y el intervalo de tiempo, y por último se utilizo una heurística de programación de maquinas paralelas para minimizar la congestión.

En la investigación mas reciente de McWilliams junto con McBride (2012) aplicaron el método Beam Search (derivado del método Branch and Bound) el cual se basa en un problema de optimización combinatoria, considerando que el número de remolques entrantes puede ser mayor que el número de muelles de descarga teniendo como objetivo encontrar un calendario de descarga que permita minimizar el tiempo de operación, donde los supuestos definen que los muelles son recursos paralelos y tiene tasa iguales por descargar sin tener prioridad alguna , los remolques son asignados de acuerdo a intervalos de tiempo, el método heurístico fue comparado con algoritmos genéticos, simulación y programación aleatoria.

Ramírez et al. (2012) presenta una formulación para un problema entero mixto que contiene problemáticas asociadas a un centro de distribución, el objetivo del modelo es minimizar el costo de la cadena logística, las restricciones a considerar son capacidad de almacenamiento, capacidad de manipulación en muelles de recepción y descarga, donde las decisión se toman de acuerdo a la manera en cómo se desarrollan las operaciones de llegada del producto, para la solución del problema fueron empleados dos métodos diferentes, un método exacto para instancias pequeñas que sirvió para realizar el análisis de sensibilidad y la combinación de método exacto y meta heurística para instancias medianas y grandes, los resultados en cuanto a tiempo de ejecución fueron satisfactorios.

Descripción del Método

Metodología.

El objetivo principal de la investigación es desarrollar una programación óptima de proveedores la cual proporcione un aumento en la eficiencia del proceso de recepción y genere una mayor productividad en el centro de distribución. la metodología a seguir se realizará de acuerdo a las siguientes actividades: como primer paso se hará una recolección y análisis de datos para conocer de manera amplia los factores que giran entorno al sistema y que afectan al proceso, como lo son el tipo de recepción del producto y la operación a la que va estar sujeta la mercancía, el tipo de unidad móvil del proveedor, la capacidad y volumetría de la mercancía a recibir, así como las áreas de almacenamiento a la cual se va a dirigir, y el tiempo que tarda cada una de ellas, posteriormente al tener un conocimiento total del sistema se identifican las variables y restricciones, para el desarrollo del modelo matemático a utilizar, por último se alimentará de los datos necesarios para comparar la asignación intuitiva con la asignación arrojada por el modelo, para su validación y aceptación, siempre y cuando cumpla con los objetivos requeridos.

Modelo Matemático Propuesto

El modelo general a utilizar para la solución de dicha problemática surgió al analizar las investigaciones referentes al tema de asignación de proveedores, el cual en este caso se tiene como objetivo aumentar la eficiencia en el proceso de recepción, ya sea minimizando el tiempo de descarga o atendiendo a un mayor número de proveedores, el cual debe tomar en cuenta las características del proceso y los recursos que lo apoyan.

El modelo matemático general propuesto para la distribución de proveedores en el área de recepción o bien llamadas rampas de descarga se muestra a continuación:

Variable de decisión

X_{ij} donde i es el camion del proveedor y j la rampa de descarga

C_{ij} tiempo total del camion de proveedor i hacia la rampa j

(1)

Sujeto a:

(2)

$$X_{ij} \in \{0, 1\} \quad \begin{matrix} (3) \\ (4) \end{matrix}$$

Donde la función objetivo (1) es minimizar el tiempo de descarga, la restricción (2) indica que cada camión debe ser asignado solamente a una rampa y la restricción (3) que cada rampa debe ser asignada a un solo proveedor, y por último la restricción (4) indica que son variables binarias.

Comentarios Finales

Resultados

El resultado se ve plasmado en la caracterización y entendimiento de la problemática, la cual con la ayuda de la búsqueda y análisis de las diversas investigaciones realizadas dando soluciones por medio de métodos y modelos matemáticos, se logró identificar que el modelo de programación lineal entera binaria es el indicado para cubrir con los alcances de la investigación, además de lograr identificar la variable de decisión, su función objetivo y las restricciones, sin embargo hay que destacar que es un modelo general en fase experimental lo cual indica que puede estar sujeto a cambios ya que se tiene que añadir otras restricciones.

Conclusiones y recomendaciones

En conclusión aunque la asignación de proveedores se torna difícil de controlar ya que se encuentra en un ambiente cambiante el cual requiere de toma de decisiones inmediatas de acuerdo al criterio del encargado de recepción, en base a su experiencia e intuición, es sumamente importante reconocer que se debe tener una base y conocimiento de las herramientas que permitan eficientar el proceso y aumenten su productividad, ya que se pueden tener un sin número de beneficios al momento de aplicarse.

Añadiendo que en el desarrollo de la investigación se debe tomar en cuenta la aleatoriedad que surge en los tiempos entre llegadas y tiempos de servicios, lo cual indica que la variable aleatoria debe estar sujeta a una distribución de probabilidad, la cual será identificada en el transcurso del proyecto.

Se reconoce que hace falta adentrarse aun mas a la investigación de asignación de proveedores ya que es una parte importante y medular en el sistema logístico, de tal manera que se permitan crear nuevas metodologías y compartir la idea en que la utilización de herramientas de optimización puede hacer que el desempeño y crecimiento de una empresa sea considerable e impacte favorablemente en sus costo y atención a clientes.

Referencias

- Andel T., (2007). Dock and load. *Process Excellence. Material handling management* . Pp.24-30
- Ballou R.H., (2004). *Logística, administración de la cadena de suministros*. 5th ed. México D.F.: Pearson Educación
- Bowersox, D.J, Closs, D.J, Copper, M.B, (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros*. 2nd ed. México D.F.: McGraw Hill
- Elizandro D., (2009). A freight transportation company employs sophisticated simulation. *Express results. Industrial engineer*. Pp.45-49
- Gopakumar B., Sundaram S., Wang S., Koli S., Srihari K., (2008). A simulation based approach for dock allocation in a food distribution center. *Proceedings of the 2008 winter simulation conference*. Pp.2750-2755
- Gue K., (1999). The effects of trailer scheduling on the layout of Freight terminals. *Transportation science*. 33 (4), pp.419-428
- Huguet P., (2013). Optimización multi-objetivo de la secuencia de aterrizaje de aviones. *Memoria del trabajo de fin de grado. Gestión aeronáutica*. pp.96
- Kao CH., Tau H., (1996). Coordinated dock operations: integrating dock arrangement with ship discharging. *Computers in industry*. 28 .pp.113-122
- Korhan M., (2004). Robust dock assignments at less-than-truckload terminals. *Thesis of Master of Science in industrial engineering*. pp.7
- McWilliams D., (2009). A dynamic load-balancing scheme for the parcel hub-scheduling problem. *Computers & industrial engineering*. 57. pp.958-962
- McWilliams D., (2009). Genetic-based scheduling to solve the parcel hub scheduling problem. *Computers & industrial engineering*. 56. pp.1607-161
- McWilliams D., (2010). Iterative improvement to solve the parcel hub scheduling problem. *computers & industrial engineering*. 59. pp.136-144

McWilliams D., McBride M., (2012). A beam search heuristics to solve the parcel hub scheduling problem. *Computers & industrial engineering*. 62. pp.1080-1092

Ramírez M., García R., Caballero J., (2012). Planeación de la operación logística de un particular centro de distribución. *Congreso latino-iberoamericano de investigación operativa. Simposio brasileiro de pesquisa operacional*. Pp.1695-1704

Tsui L., Chang C., (1990). A microcomputer based decision support tool for assigning dock doors in freight yards. *Computers & industrial engineering*. 19. pp.309-312

Mecánica Lagrangiana

Lic. Héctor Javier Herrera Serrano, MC¹,
Lic. Francisco Cuevas Machado²

Resumen—Cuando se habla de mecánica, por lo general el estudiante de ingeniería y el ingeniero mismo, piensa en las tres leyes de Newton como la única forma de describir el comportamiento dinámico de un sistema de partículas, generalmente no piensa en la posibilidad de que existan otros principios tan fundamentales e independientes de los propuestos por Newton que también describan las leyes que rigen a la mecánica, que además tales principios podrían tener un alcance más general que los de Newton, que pudiesen describir otros fenómenos no necesariamente mecánicos y que el aparato matemático que resulta de estos principios es superior y de más fácil manejo que el obtenido mediante los postulados de Newton. La intención de este escrito es mostrar al estudiante de las carreras de ingeniería y al ingeniero que existe una forma alterna de formular la mecánica dada por los postulados de Newton.

Palabras clave—Mecánica, lagrangiano, analítica, vectorial, trabajo, energía.

Introducción

Desde que Isaac Newton (1642—1726) sintetiza el conocimiento de sus predecesores mediante la formulación de las leyes del movimiento, la mecánica tuvo un florecimiento muy acelerado, desarrollándose sobre dos líneas generales. Una de ellas, la llamada *mecánica vectorial* deriva directamente de las leyes de Newton, ésta es con la que el estudiante de ingeniería y el ingeniero están familiarizados, la otra conocida como *mecánica analítica* proviene de un principio (llamado principio de mínima acción) más que de una ecuación. Esquemáticamente tenemos

$$\text{Formulaciones de la Mecánica} \left\{ \begin{array}{l} \text{Vectorial (Newtoniana)} \\ \text{Analítica (Principio De Mínima Acción)} \end{array} \right.$$

Marco Teórico

La mecánica vectorial basa todo su desarrollo en dos vectores fundamentales, la *fuerza* y el *momento*, relacionados mediante la segunda ley de Newton,

$$\vec{F} = m\vec{a} \tag{1}$$

por lo que el manejo de los vectores y el uso del cálculo ordinario como herramienta es primordial para el desarrollo de esta formulación de la mecánica. Por otra parte el filósofo y matemático alemán *Leibniz* (1646-1716) utilizó lo que llamó la *vis viva* (fuerza viva) como la propiedad que mide la acción dinámica de la fuerza, esta *vis viva* excepto por el factor 2 no es otra cosa que lo que ahora conocemos como *energía cinética*. Leibniz entonces reemplaza el *momento* por la energía cinética. Al mismo tiempo sustituye el concepto de fuerza en la mecánica Newtoniana por la de *trabajo de la fuerza*, que posteriormente se reemplazó por una cantidad más básica, que es la *función trabajo*. Es Leibniz entonces quien origina la mecánica analítica y que basa su desarrollo en dos cantidades escalares fundamentales: La energía cinética y la función trabajo, esta última frecuentemente sustituida por la *energía potencial*.

En la mecánica vectorial la conexión entre los vectores básicos, fuerza y momento, está dada como ya mencionamos por la segunda ley de Newton, la conexión entre los escalares básicos de la mecánica analítica es mediante la conservación de la energía (la energía cinética más la energía potencial permanece sin cambio), por lo que se necesita de una sola ecuación para describir el movimiento de una sola partícula, en cambio debido al carácter vectorial de la segunda ley de Newton, el movimiento de una sola partícula requiere de 3 ecuaciones, la discrepancia es aún mayor en el caso de sistemas de más de 2 partículas. En contraste los escalares básicos, energía cinética y energía potencial describen completamente el sistema de partículas por muy complejos que se presenten, siendo la base de un principio conocido como *principio de mínima acción*, cuyo alcance va más allá que el de la formulación de la mecánica vectorial.

¹ El Lic. Héctor Javier Herrera Serrano, MC es Profesor de Física y Matemáticas en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Chihuahua. titos2012herr@gmail.com

² El Lic. Francisco Cuevas Machado es Profesor de Matemáticas en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Chihuahua fcuevas@itcj.edu.mx

Un principio mínimo fue introducido por primera vez en física en el siglo XVII por el matemático Francés Pierre de Fermat (1601—1665). De su investigación sobre la reflexión y refracción de la luz, Fermat establece que la luz viaja de tal forma que la trayectoria que sigue la recorre en el menor tiempo posible, este es el llamado *principio de Fermat del mínimo tiempo*, del cual se pueden deducir las leyes de la reflexión y refracción de la luz. La idea general de un principio de economía en la naturaleza, fue introducido en la mecánica en el siglo XVIII por el también francés y matemático Pierre Louis Maupertuis (1698—1759), que argumentó que el principio de economía se cumple mejor, no por el tiempo transcurrido, sino por una cantidad llamada *acción* que definió (incorrectamente) como la distancia recorrida multiplicada por su velocidad. Maupertuis introduce el principio de mínima acción para una partícula, enunciando que una partícula escoge la trayectoria de su punto inicial a su punto final, a lo largo de la cual su acción es mínima. Este postulado es conocido como *principio de la mínima acción*. Este principio elimina la necesidad conceptual de acción a distancia, inherente a la ley de gravitación universal de Newton.

La contribución al desarrollo de la mecánica posterior a Newton, se debe a muchos hombres de ciencia, no está dentro del alcance de este escrito analizar la contribución de todos ellos, pero desde el punto de vista histórico pedagógico, es conveniente mencionar el trabajo de algunos de ellos, sobre todo de aquellos que con su contribución ayudaron a aclarar los conceptos que se tenían como ideas aún no muy bien definidas.

Leonhard Euler (1707—1783) y Joseph-Louis Lagrange (1736—1813) fueron los primeros que enunciaron con exactitud el principio de mínima acción, para entender esto, imaginemos que una partícula se encuentra en un punto P_1 en el tiempo t_1 , supongamos que conocemos su velocidad en ese punto, además también suponemos que sabemos que la partícula debe encontrarse después de un cierto tiempo t_2 , en el punto P_2 . Euler y Lagrange proceden de la siguiente manera: Se conectan los puntos P_1 y P_2 por cualquier trayectoria tentativa, con seguridad esta trayectoria no coincide con la trayectoria real que la naturaleza ha escogido para el movimiento, sin embargo se puede ir corrigiendo gradualmente la solución tentativa, hasta que eventualmente coincida con la trayectoria real de la partícula.

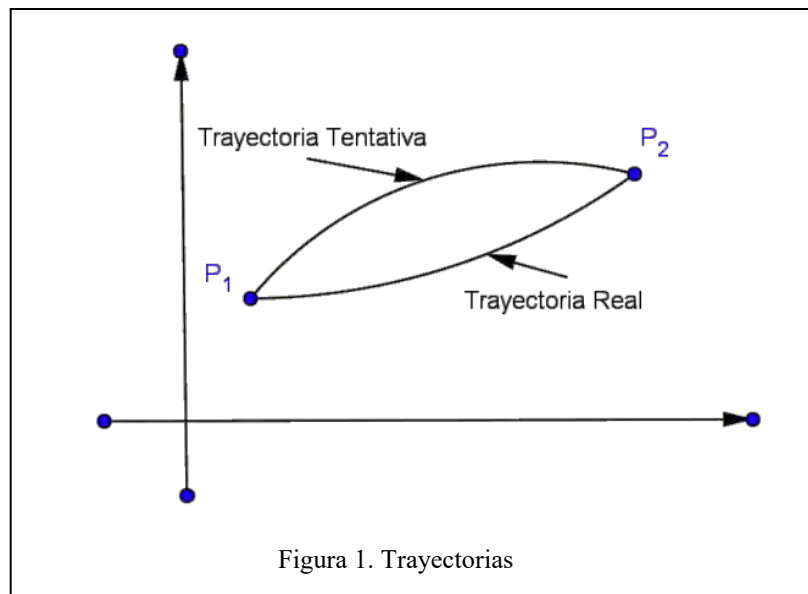


Figura 1. Trayectorias

Para este propósito hacemos que la partícula se mueva sobre una trayectoria tentativa, pero siempre de acuerdo con el principio de la conservación de la energía. Esta restricción asigna una velocidad definida en cualquier punto de la trayectoria, determinando de esta manera el movimiento.

Podemos calcular el tiempo que la partícula tarda en ir del punto P_1 al punto P_2 , pero también podemos estar interesados en la integral con respecto al tiempo de la vis viva, extendida sobre todo el movimiento de P_1 a P_2 . Esta integral es llamada la “acción” y tiene un valor definido para nuestra trayectoria e igualmente para cualquier otra trayectoria tentativa y diferente a la propuesta, en el entendido de que estas trayectorias son trazadas de P_1 a P_2 y que la partícula que se mueve sobre cualesquiera de estas cumplen con el principio de la conservación de la energía.

El valor de esta acción varía de trayectoria a trayectoria, para algunas trayectorias la acción es grande, para otras, pequeña. Podemos imaginar que matemáticamente se han intentado todas las trayectorias posibles, debe por lo tanto existir una trayectoria para la cual la acción es mínima. El principio de mínima acción afirma *que ésta trayectoria particular es la que escoge la naturaleza como la trayectoria real de movimiento*. La explicación del principio de

mínima acción se puede extender para cualquier sistema de partículas y cualquier sistema mecánico arbitrariamente complejo.

Desde el punto de vista formal, el problema matemático de minimizar una integral pertenece al dominio de una rama especial del cálculo llamada “cálculo de variaciones”, mientras que el problema de minimizar una función cae dentro del dominio del cálculo ordinario. Históricamente los dos problemas florecen simultáneamente y una distinción clara entre estos problemas, fue hecho hasta el tiempo de Lagrange, que desarrolló el cálculo de variaciones. La ecuación básica para resolver problemas de variaciones fue descubierta por Euler y Lagrange. Un método general para la solución de problemas variaciones fue introducida por Lagrange en su *mécanique analytique* en 1788.

La teoría matemática del cálculo de variaciones (también se le conoce como “cálculo variacional”) muestra que nuestro resultado final puede establecerse sin tener en cuenta la infinidad de posibles trayectorias tentativas. Podemos restringir nuestro experimento matemático a trayectorias que sean *infinitamente cercanas* a la trayectoria real. Una trayectoria que difiere de la trayectoria real en un grado *infinitesimal* arbitrario es llamada una “variación” de la trayectoria real, el cálculo de variaciones investiga los cambios en el valor de una integral causada por tales variaciones infinitesimales de la trayectoria.

Lagrange basa su obra en su propio cálculo de variaciones, en el que ciertas propiedades de un sistema de partículas son inferidas al considerar los cambios en una integral debidos a pequeños desplazamientos conceptualmente posibles (llamados también “desplazamientos virtuales”) de la trayectoria real que describe el sistema. Su trabajo también incluye el importante concepto de “coordenadas generalizadas”, las cuales son necesarias para especificar las posiciones de las partículas en un sistema complejo y lo que ahora conocemos como “ecuaciones de Lagrange”, que son las que bajo el marco de la mecánica desarrollada por Lagrange determinan el comportamiento dinámico del sistema de partículas.

En la formulación Newtoniana, las ecuaciones de movimiento tratan explícitamente con el movimiento individual de las partículas, sujetas a fuerzas externas y a sus mutuas interacciones, por lo que, una descripción completa de los movimientos de las partículas que conforman un ensamble resulta muy complicado, de hecho imposible de manejar para un número grande de partículas. Ya que 3 ecuaciones son necesarias para describir el movimiento de cada partícula individual en un ensamble, el número de ecuaciones para describir el movimiento total del sistema resulta prohibitivamente grande a medida que el número de partículas aumenta. Para salvar esta dificultad de la mecánica Newtoniana, LaGrange desarrolla procedimientos para reducir el número de ecuaciones necesarias para describir el comportamiento mecánico del sistema. Lagrange prueba que este número puede reducirse a un número de ecuaciones matemáticamente manejable al considerar las constricciones a las que están sujetas las partículas del sistema, estas constricciones permiten con la ayuda del “Lagrangiano” definido como la energía cinética del sistema menos la energía potencial del sistema, $(L = E_c - E_p)$ reducir el gran número de ecuaciones de movimiento Newtonianas, a unas cuantas ecuaciones de Lagrange. Las ecuaciones se simplifican aún más si se reemplazan las coordenadas usuales, por las llamadas coordenadas generalizadas. Explícitamente las ecuaciones de Lagrange están dadas por

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

El concepto de acción y el principio de mínima acción fueron ampliados y generalizados por el físico matemático y matemático irlandés William Rowan Hamilton (1805—1865), cuya aplicabilidad no solo se empleó a las trayectorias de partículas, sino también a la propagación de la luz. El principio también se extiende al estudio del comportamiento de sistemas no mecánicos y a campos, como los gravitacionales y los electromagnéticos. Para Hamilton el principio de la mínima acción, representa un principio de acción universal, que cubre simultáneamente las leyes de la óptica y la dinámica, es la puerta para la unificación de la física.

En la búsqueda de un principio de acción universal, Hamilton extendió el principio de acción de Maupertuis, en el que toma en cuenta tanto la energía como el momento de una partícula en movimiento. En vez de definir la acción sobre un pequeño desplazamiento de la trayectoria de la partícula, como el producto del momento de la partícula por este desplazamiento como lo definió Maupertuis, considera el movimiento de la partícula durante un intervalo de tiempo muy pequeño y define la acción como el producto de este pequeño intervalo de tiempo y el Lagrangiano. Ya que el Lagrangiano es la energía cinética menos la energía potencial, la definición de acción de Hamilton puede usarse para describir el movimiento de un sistema de partículas en un campo de fuerzas, en términos de su energía potencial. Para una sola partícula, la acción Hamiltoniana es la suma de dos productos: El producto del momento por un pequeño desplazamiento de su trayectoria menos el producto de su energía total por el pequeño tiempo que se toma en ese pequeño desplazamiento de su trayectoria.

El hecho de que la definición Hamiltoniana de acción liga el momento con el espacio y la energía con el tiempo, prueba que la medida del momento de una partícula está de alguna manera relacionado con la medida de su posición, lo cual anticipa a la mecánica cuántica. También hay un indicio de que el momento debe combinarse con el espacio y la energía así como con el tiempo, que sitúan a cantidades tales como la acción para describir situaciones físicas, anticipándose a la teoría de la relatividad, la cual combina el espacio y el tiempo en un continuo espacio-tiempo. El formalismo Hamiltoniano es justamente lo que se necesita para pasar de la mecánica clásica de una partícula a la mecánica cuántica y ondulatoria.

La cúspide del desarrollo de la mecánica analítica se alcanza con la famosa ecuación de Hamilton-Jacobi para la acción de un sistema dinámico, desarrollada por Hamilton y el físico matemático Alemán Karl Gustav Jacob Jacobi (1804—1851). De la acción obtenida como solución de esta ecuación, se pueden deducir todas propiedades dinámicas observables del sistema, tales como el momento lineal, la energía y el momento angular. En cierto sentido la formulación de Hamilton-Jacobi representa la síntesis última de la mecánica. Lo que es más, sus alcances van más allá de la mecánica ya que son aplicadas a la electrodinámica clásica y a la física relativista. Aunque la ecuación de Hamilton-Jacobi para la acción de un sistema fue desarrollada para la mecánica clásica, está muy ligada a la ecuación de Schrödinger (Erwin Schrödinger (1887—1961)) para una partícula en la mecánica cuántica.

Conclusiones

Para finalizar comparemos estas dos formulaciones de la mecánica: La mecánica vectorial tiene que considerar las fuerzas necesarias que mantienen una relación definida entre las coordenadas del sistema cuando esta relación se da empíricamente. La mecánica analítica toma la relación dada por algo ya sentado, sin la necesidad de conocer las fuerzas que mantienen tal relación. La mecánica vectorial analiza por separado cada partícula en forma individual, en cambio, la mecánica analítica considera el sistema como un todo. El número de ecuaciones necesarias para describir el comportamiento dinámico de un sistema de partículas en la formulación Newtoniana, es muy grande y en extremo complejo, en la mecánica analítica este número se reduce en gran medida, y matemáticamente el sistema de ecuaciones resultante es manejable. La mecánica vectorial considera separadamente las fuerzas sobre cada partícula, la mecánica analítica considera solo una función escalar, la función trabajo. Si en el sistema mecánico aparecen fuerzas de fricción, las cuales no poseen función trabajo, éstas están fuera de la esfera de la mecánica vectorial, mientras que en la formulación Newtoniana no existe dificultad en incluirlas. En la formulación analítica, el conjunto de ecuaciones puede desarrollarse de un principio unificador, este principio consiste en minimizar cierta cantidad, la “acción”. Ya que el principio es independiente de cualquier sistema de referencia, las ecuaciones de la mecánica analítica son válidas para cualquier sistema de coordenadas. Las ecuaciones de movimiento de la mecánica analítica representan una herramienta muy poderosa para la solución de muchos problemas dinámicos, los cuales no son accesibles mediante los métodos elementales de la mecánica vectorial.

Referencias

Herbert Goldstein. “Classical Mechanics”, Second Edition. Addison-Wesley.

Wolfgang Yourgrau y Stanley Mendelstan. “Variationals Principles In Dynamics And Quantum Theory”, Third Edition. Dover Publications.

André Mercier, “Analytical And Canonical Formalism In Physics”, Dover Publications.

H.C. Corben y Philip Stehle, “Classical Mechanics”, Second Edition. Dover Publications.

CORRELACIÓN ENTRE HÁBITOS DE ESTUDIO Y RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ALUMNOS DE PRIMER SEMESTRE DE LA LICENCIATURA EN NUTRICIÓN TURNO MATUTINO DEL CENTRO UNIVERISTARIO UAEM AMECAMECA

M.A.O. Sergio Hilario Díaz¹ M.A.O. Guadalupe Melchor Díaz² M.E.S. Narciso Campero Garnica³

Resumen: En su trayectoria por los diferentes niveles del sistema educativo, todo estudiante adquiere de manera constante hábitos de estudio que le ayudan a adquirir conocimientos, Sin embargo al iniciar con los estudios universitarios se da cuenta de que no siempre estos hábitos son útiles para afrontar los nuevos retos. La presente investigación tuvo como propósito indagar cuál es la relación existente entre los hábitos de estudio y el rendimiento académico de los estudiantes de la Licenciatura en Nutrición del Centro Universitario UAEM Amecameca al término de su primer semestre. Se identificaron las diferencias de hábitos de estudio entre estos alumnos, así como su rendimiento académico para ver en qué medida el aprovechamiento académico depende de sus hábitos de estudio.

Palabras clave: Hábitos de estudio, aprovechamiento académico, correlación, estudiantes, licenciatura en nutrición.

INTRODUCCIÓN

Los hábitos de estudio son considerados, uno de los factores del cual depende el éxito o fracaso de los estudiantes. Durante su vida escolar, todo estudiante adquiere de manera progresiva habilidades y hábitos de estudio que le permiten adquirir conocimientos cada vez más complejos.

En un sentido amplio se entiende por habilidades de estudio al conjunto de capacidades para adquirir, retener y demostrar el conocimiento. Mientras que las habilidades se manifiestan a través del comportamiento, y éste se logra y desarrolla mediante la práctica. Así pues un hábito consiste en tener la costumbre de practicar alguna actividad con cierta frecuencia, por ello se puede decir que: tener el hábito de estudio supone practicar con cierta frecuencia alguna actividad relacionada con el aprendizaje. Por lo tanto, primeramente se debe crear el hábito, pues no se podrá desarrollar habilidades sin tener la costumbre de practicarlas (Bisquerra, 1999).

Los hábitos de estudio contemplan varios elementos, tales como: La capacidad para el estudio independiente, es la posibilidad de todo educando para conducirse de manera organizada y sin necesidad de que alguien lo presione para que estudie. Habilidad para la lectura, implica la utilización de estrategias para aprovechar al máximo la comprensión de las ideas. Administración óptima del tiempo, consiste en organizar los compromisos de acuerdo con su importancia y complejidad, además de hacer consideraciones en la programación conforme a las habilidades, capacidades y necesidades. Concentración, es la posibilidad de centrarse en ciertos aspectos y prescindir de otros. Lugar de estudio, es contar con un lugar para realizar tareas y dedicarle tiempo al estudio. Habilidades para procesar información, se pueden considerar varios aspectos, entre los que destaca el contar con un método de estudio conveniente al estilo de aprendizaje de cada estudiante (Cuenca, 2006).

¹ M.A.O. Sergio Hilario Díaz es Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEM, México, camaoseh@yahoo.com.mx.

² M.A.O. Guadalupe Melchor Díaz es Profesora de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca, México, gpe_md@yahoo.com.mx.

³ M.E.S. Narciso Campero Garnica es Profesor de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca, México, camperomx@prodigy.net.mx. (autor corresponsal) (expositor).

Las habilidades de estudio consisten en establecer relaciones ricas entre el nuevo contenido y los conocimientos existentes. Sin embargo rara vez se enseñan de manera directa tanto en estrategias de aprendizaje complejos como habilidades de estudio, antes del bachillerato o incluso en la universidad, de manera que los estudiantes tienen escasa práctica en las estrategias y habilidades complejas.

La presente investigación indaga cuál es la relación existente entre los hábitos de estudio y el rendimiento académico de los estudiantes de la Licenciatura en Nutrición del CU UAEM Amecameca al término de su primer semestre, identificando las diferencias de hábitos de estudio entre estos alumnos, así como su rendimiento académico para ver en qué medida el aprovechamiento académico depende de sus hábitos de estudio.

METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo descriptivo, transversal y correlacional, se consideraron a los 48 estudiantes inscritos en el semestre 2014 A al primer semestre de la Licenciatura en Nutrición turno Matutino del Centro Universitario UAEM Amecameca, para la correlación entre sus hábitos de estudio y el aprovechamiento académico, se les aplicó la encuesta de hábitos de estudio propuesta por Elizabeth y Juan José (2010) y se revisó en los archivos de control escolar el aprovechamiento Académico (promedio general al término del primer semestre de los 48 estudiantes).

De la encuesta hábitos de estudio que se les aplicó a los estudiantes, también se seleccionaron algunos indicadores representativos de cada elemento que la constituye y se realizó un análisis estadístico para determinar el nivel de correlación.

Una vez que se contó con esta información se estructuraron los cuadros y el análisis de los resultados así como las conclusiones.

RESULTADOS

Es conveniente señalar que para la realización de la correlación entre los hábitos de estudio y el rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre de la Licenciatura en nutrición, se realizó a través de dos vías:

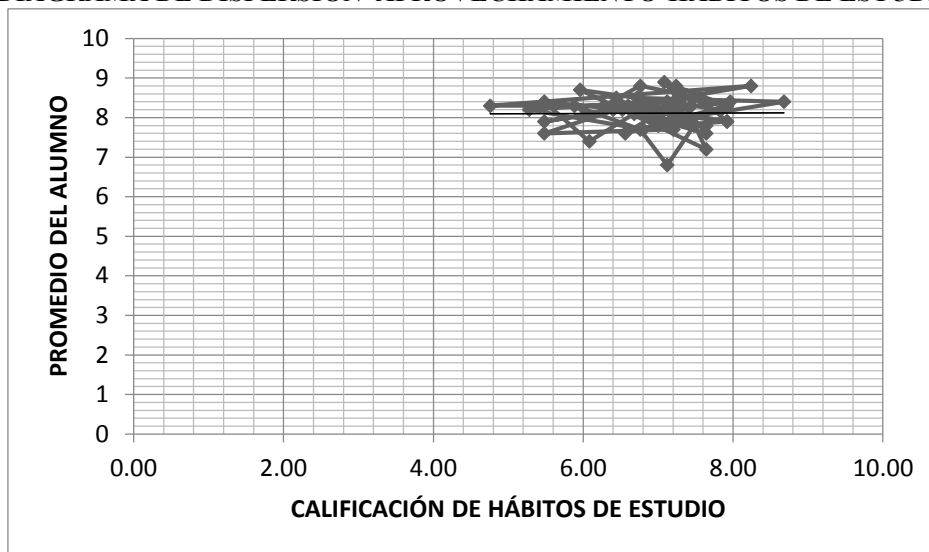
La primera mediante la correlación lineal de Pearson donde se encontró que no existe correlación con la percepción que tienen los alumnos del primer semestre de la Licenciatura de nutrición del C U UAEM Amecameca de sus hábitos de estudio y su aprovechamiento académico, éste último medido a través del promedio general al término del primer semestre. (r de 0.01)

La segunda mediante el análisis estadístico, a partir de la selección de algunos indicadores representativos de cada elemento que constituye la encuesta de hábitos de estudio aplicada a los estudiantes y el aprovechamiento académico. Se encontró que: en Estudio Independiente, se observa una marcada homogeneidad en los resultados de las primeras tres preguntas, y en la pregunta que versa sobre la aplicación de un auto examen al terminar de estudiar se percibe una ligera diferencia en favor del grupo que afirma (15%) hacerlo. Respecto a Habilidades de Lectura se observa que entre los integrantes del grupo de estudio, no se refleja una diferencia significativa entre quienes aceptan practicar estas habilidades a la hora de estudiar y quienes no las practican, por otro lado en el elemento Habilidades para Procesar Información, los resultados no presentan diferencia entre quienes afirman aplicar ciertas habilidades para procesar información y quienes dicen no hacerlo, y sólo se observa un mejor resultado en el grupo que dice consultar al profesor .

Respecto al elemento del cuestionario de hábitos de estudio Concentración, en esta pregunta es importante señalar que los alumnos que manifestaron tener dificultad en recordar ciertos datos importantes, obtuvieron promedios de calificación más bajos comparados con los que presentan dificultad. Además se percibe, hipotéticamente, que la evaluación se centra más en medir el recuerdo del alumno en lugar de medir la comprensión. En Administración del Tiempo, en el indicador “entrega puntual de las tareas” la mayoría (88%) de los estudiantes encuestados acepta

entregar a tiempo sus tareas, sin embargo la diferencia con quienes no lo hacen, en cuanto a sus promedios de calificación es mínima, la significación que se pudiera dar a este resultado sería, primero que la tareas tienen poco impacto en la calificación, segundo que lo que más se califica es el cumplimiento del alumno y no el resultado de su aprendizaje, en la pregunta si conoce sus habilidades intelectuales, se observa que quienes dicen no conocerlas, sus promedios de calificación son más altos y quien aceptan conocerlas, su promedios son más bajo.

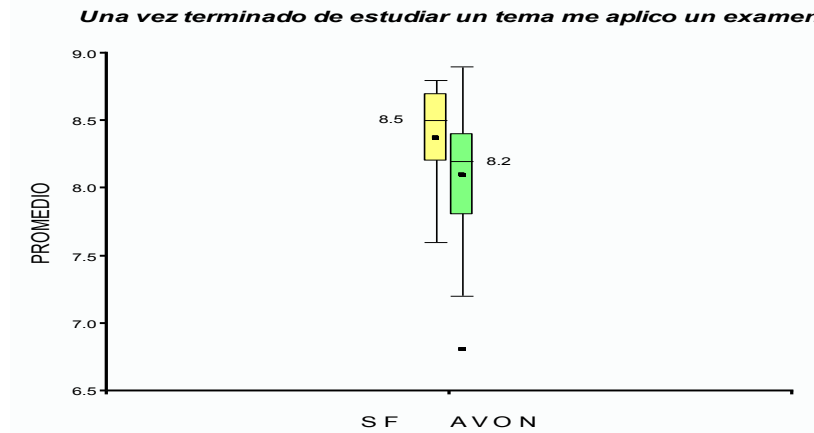
DIAGRAMA DE DISPERSIÓN APROVECHAMIENTO-HÁBITOS DE ESTUDIO



Fuente: Resultados de encuesta hábitos de estudio y aprovechamiento académico de los estudiantes del 1er semestre de la Licenciatura en Nutrición.

Medidas de resumen para ESTUDIO INDEPENDIENTE						
Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana
SF4	17	7.99	0.50	6.80	8.80	8.10
AVON4	31	8.18	0.38	7.40	8.90	8.20
SF7	27	8.03	0.46	6.80	8.90	8.10
AVON7	21	8.21	0.36	7.60	8.80	8.20
SF10	18	8.11	0.55	6.80	8.90	8.20
AVON10	30	8.16	0.35	7.60	8.90	8.20
SF11	7	8.37	0.40	7.60	8.80	8.50
AVON11	41	8.10	0.44	6.80	8.90	8.20

Fuente: Resultados de encuesta hábitos de estudio y aprovechamiento académico de los estudiantes del 1er semestre de la Licenciatura en Nutrición.

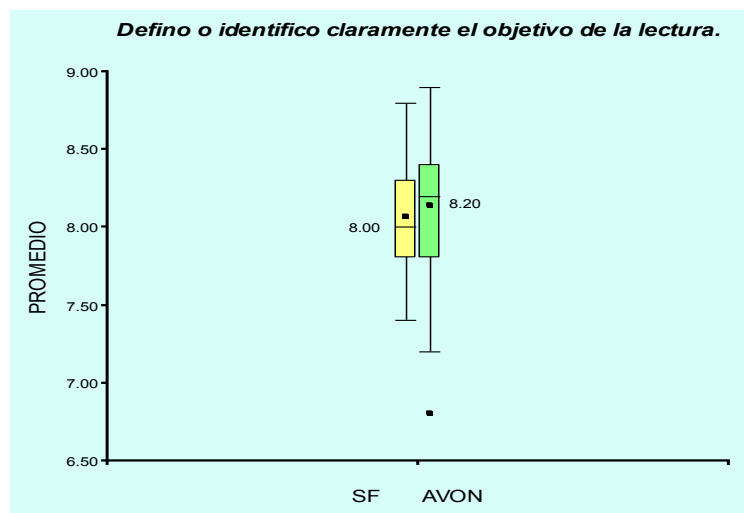


Fuente: Resultados de encuesta hábitos de estudio y aprovechamiento académico de los estudiantes del 1er semestre de la Licenciatura en Nutrición.

Medidas de resumen para HABILIDADES DE LECTURA

<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>Mín</u>	<u>Máx</u>	<u>Mediana</u>
SF12	20	8.07	0.35	7.4	8.8	8.0
AVON12	28	8.14	0.48	6.8	8.9	8.2
SF13	34	8.09	0.45	6.8	8.9	8.2
AVON13	14	8.11	0.40	7.4	8.7	8.2
SF15	17	8.15	0.41	7.6	8.8	8.1
AVON15	31	8.09	0.45	6.8	8.9	8.2
SF17	28	8.24	0.37	7.6	8.9	8.2
AVON17	20	8.01	0.44	6.8	8.7	8.1
SF18	17	7.99	0.53	6.8	8.9	8.1
AVON18	31	8.17	0.35	7.6	8.8	8.2
SF19	30	8.07	0.45	6.8	8.8	8.1
AVON19	18	8.18	0.39	7.6	8.9	8.2
SF20	12	8.02	0.37	7.4	8.4	8.2
AVON20	36	8.14	0.45	6.8	8.9	8.2

Fuente: Resultados de encuesta hábitos de estudio y aprovechamiento académico de los estudiantes del 1er semestre de la Licenciatura en Nutrición.



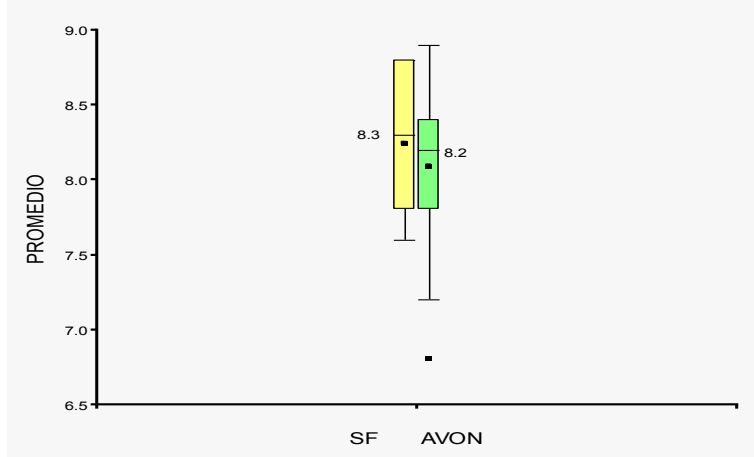
Fuente: Resultados de encuesta hábitos de estudio y aprovechamiento académico de los estudiantes del 1er semestre de la Licenciatura en Nutrición.

Medidas resumen para HABILIDADES PARA PROCESAR LA INFORMACIÓN

Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana
SF42	7	8.2	0.5	7.6	8.8	8.3
AVON42	41	8.1	0.4	6.8	8.9	8.2
SF45	14	8.2	0.4	7.2	8.8	8.3
AVON45	34	8.1	0.4	6.8	8.9	8.2
SF46	14	8.3	0.4	7.6	8.8	8.3
AVON46	34	8.0	0.4	6.8	8.9	8.1
SF48	21	8.1	0.3	7.2	8.8	8.1
AVON48	27	8.1	0.5	6.8	8.9	8.3
SF50	22	8.1	0.4	7.2	8.8	8.2
AVON50	26	8.1	0.5	6.8	8.9	8.2

Fuente: Resultados de encuesta hábitos de estudio y aprovechamiento académico de los estudiantes del 1er semestre de la Licenciatura en Nutrición.

Busco ordenar la información que estudié en cuadros sinópticos

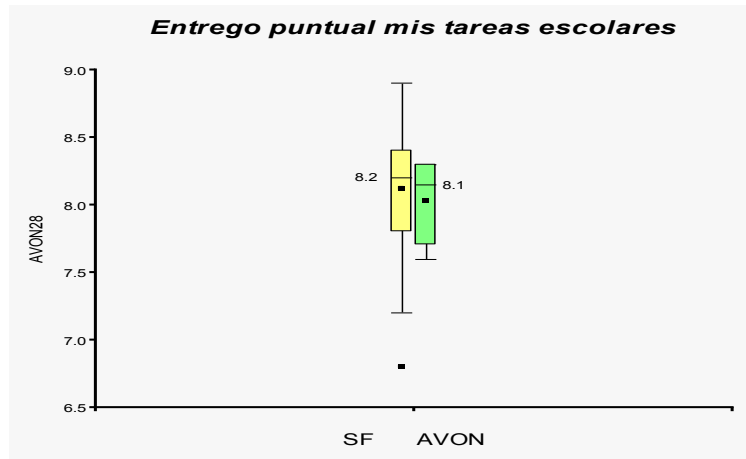


Fuente: Resultados de encuesta hábitos de estudio y aprovechamiento académico de los estudiantes del 1er semestre de la Licenciatura en Nutrición.

Medidas resumen para ADMINISTRACIÓN DEL TIEMPO

Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana
SF28	42	8.12	0.45	6.80	8.90	8.20
AVON28	6	8.03	0.31	7.60	8.30	8.15
SF31	33	8.01	0.44	6.80	8.90	7.90
AVON31	15	8.33	0.30	7.70	8.80	8.30

Fuente: Resultados de encuesta hábitos de estudio y aprovechamiento académico de los estudiantes del 1er semestre de la Licenciatura en Nutrición.



Fuente: Resultados de encuesta hábitos de estudio y aprovechamiento académico de los estudiantes del 1er semestre de la Licenciatura en Nutrición.

CONCLUSIONES

Con los resultados de esta investigación se afirma que de acuerdo con los datos que arroja la encuesta ya mencionada de Elizabeth y Juan José (2010), sobre hábitos de estudio, La percepción que tienen los estudiantes sobre su hábitos de estudio no influyen en el rendimiento académico (medido a través del promedio) Es necesario considerar las aportaciones de otros investigadores educativos que señalan la existencia de otros factores que ejercen influencia en el rendimiento académico, tales como los maestros, padres, el currículo, las técnicas de enseñanza, los métodos, estrategias, la capacidad de los estudiantes, etc.

Referencias bibliográficas.

1. Bisquerra Alzima, Rafael. *Tutoría y orientación en los procesos de enseñanza y aprendizaje*. Barcelona, OCEANO. 1999.
2. Cuenca Rendón Elizabeth & Vargas Sandoval, Juan J. *Taller de habilidades para el aprendizaje*. CENGAGE, 2010.
3. Hernández Hernández, Pedro. *Psicología de la Educación*. Trillas, México, 2005.
4. Woolfolk, Anita. *Psicología Educativa*. PEARSON, México, 2006.

Notas Biográficas

Sergio Hilario Díaz (Ejutla de Crespo, Oaxaca) es candidato a Doctor en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE). Es Maestro en Administración de Organizaciones por la Universidad Nacional Autónoma de México e Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, por la Universidad Autónoma del Estado de México. Actualmente, se desempeña como profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEM., Responsable del Programa de Fomento a la Lectura de la Facultad de Ciencia Agrícolas UAEM., e integrante del Cuerpo Académico de Literatura, Lenguas y Cultura Latinoamérica del Centro Universitario UAEM Amecameca.

Guadalupe Melchor Díaz (Chalco, Estado de México) es candidata a Doctora en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE). Es Maestra en Administración de Organizaciones por la Universidad Nacional Autónoma de México y licenciada en Relaciones Internacionales, también por la UNAM. Actualmente, se desempeña como profesora de tiempo completo de la Licenciatura en Nutrición en el Centro Universitario UAEM Amecameca. Responsable del Programa de Fomento a la Lectura del Centro Universitario UAEM Amecameca e integrante del Cuerpo Académico de Literatura, Lenguas y Cultura Latinoamérica del C.U. mencionado.

Narciso Campero Garnica (México, D.F.) Maestro en Enseñanza Superior por la UNAM e Ingeniero Químico por la misma Institución; Profesor de Educación Primaria por la Benemérita Escuela Nacional de Maestros, Ex Director del C.U. UAEM Amecameca, Ex Coordinador del Programa Tutorial, Ex Coordinador de la Licenciatura Nutrición en el mismo espacio y actualmente Profesor de Tiempo Completo e integrante del Cuerpo Académico de Literatura, Lenguas y Cultura Latinoamérica del C.U. mencionado.

Disminución de Garantías del Knock sensor por Problema de Corto Circuito Mediante la Metodología Seis Sigma.

Natalia Hinojosa Saucedo¹, Dr. Manuel Arnoldo Rodríguez Medina²

Resumen— A través este artículo se presentan los resultados obtenidos mediante una investigación llevada a cabo en una empresa de giro automotriz de Ciudad Juárez, En este proyecto se ha utilizado la metodología SEIS SIGMA (Lefcovich, 2005), verificando primero comportamientos de los datos y el uso de gráficos de control. Posteriormente se verificaron los factores que influyen sobre el problema desarrollándose posteriormente un DOE completo 2⁴ (Tanco, 2008), esta investigación se llevó a cabo en específico en una área de producción denominada Knock sensor diseño *glue*, producto el cual tiene una demanda alrededor de 150,000 piezas por semana para tres diferentes clientes los cuales son: General Motors®, Chrysler® y Ford®. Desde el inicio de sus operaciones de esta área en el año 2008 se han tenido problemas con el modo de falla del sensor, el cual lo llamaremos corto circuito (PFMEA J-K.G, 2007). De forma general el proceso inicia en la primera estación donde se une por medio de un *glue* conductivo la masa sísmica y un contacto metálico; en la segunda estación a este subensamble, se une un piezo-eléctrico por medio de *glue* conductivo; en la tercera estación se ensambla a este subensamble un segundo contacto metálico por medio de un *glue* conductivo; en la cuarta y última estación de ensamble interno se adhiere un *carrier* de latón por medio de un *glue* no conductivo (FLUJO, 2007).

CORTO, CIRCUITO, KNOCK SENSOR (Sensor de cascabeleo), SIX SIGMA, DOE

INTRODUCCIÓN

En la última década se ha incrementado la demanda de la industria automotriz; Aunado a esto se ha incrementado el requerimiento de refacciones y partes para automóviles. Actualmente una empresa de Ciudad Juárez ha estado pasando por esta situación, lo cual ha llevado a incrementar e invertir en el área de producción para poder cumplir los altos volúmenes requeridos por la gran variedad de clientes, entre ellos los tres grandes de la industria automotriz General Motors®, Chrysler® y Ford®. Durante esta investigación hablaremos sobre un área en específico llamada *Knock sensor* (sensor de detonación) la cual tiene una demanda anual aproximada a 10'000,000 unidades. Este producto básicamente se encarga de detectar la detonación del motor, produciendo una señal cuando esto ocurre.

Conociendo un poco más, este sensor se produce en la empresa a través de dos diseños, los cuales difieren en sí; uno usando un *glue* (adhesivo) y otro con una tuerca para cumplir con la función de adherencia. Ambos modelos traen en su interior un piezo-eléctrico el cual lo identificaremos como el corazón del sensor, ya que se encarga de enviar la señal eléctrica al motor. Durante esta investigación nos enfocaremos en el proceso de manufactura del sensor del diseño *glue* el cual fue un lanzamiento desde el 2008 y hasta la fecha se han incrementado los requerimientos del cliente. Este problema de corto circuito se ha presentado en su mayoría en un solo modelo, el cual es perteneciente al cliente General Motors®, debido a la especificación de prueba más estricta; esto ha ocasionado más fallas en este producto.

Hasta la fecha se han recibido gran cantidad de retornos de este mencionado cliente, una cantidad aproximada de 50 piezas y al llevar a cabo el análisis de estas piezas se han detectado varias posibles causas raíz, las cuales son identificadas por contaminación de *glue* conductivo en el área no conductiva (escurrimiento interno), contaminación de partículas metálicas como componente en el *glue* no conductivo, manejo de producto, etc.

Algunas acciones correctivas implementadas han mejorado considerablemente pero no se ha erradicado el problema. Debido a esta situación a través de esta investigación se buscará el método más adecuado para solucionar el actual problema y hacer una mayor reducción de la cantidad de desperdicio.

Respecto a las quejas de cliente reportadas por los distribuidores en los vehículos retornados para revisión, son registradas como fallas funcionales debido a la falla determinada corto circuito en *Knock sensor* la cual se refleja en la señal de la computadora del automóvil como *corto circuito en sensor*, falta de señal. Las causa raíz detectada en

¹ Natalia Hinojosa Saucedo nhinojosa663@gmail.com (Autora corresponsal) Estudiante de la maestría en Ingeniería Industrial de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

² Dr. Manuel Arnoldo Rodríguez Medina. Profesor investigador de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

los sensores que se han analizado han arrojado los siguientes resultados: contaminación en *glue* conductivo en área no conductiva debido a que el componente viene contaminado, escurrimiento de *glue* conductivo en el interior de subensamble que hace contacto con el área no conductivo debido al mal proceso de ensamble, contaminación de partículas metálicas debido a contaminación en el *carrier*, mal manejo de subensamble. En cada una de estas causas raíz se ha implementado mejoras durante el proceso y con el proveedor, pero aun así se tiene latente el problema. Para conocer más a detalle el producto *Knock* sensor está conformado por una rondana de material piezo-eléctrico cerámico, cuya función es proporcionar un voltaje de salida que está directamente relacionado con el estrés aplicado sobre la misma, que normalmente es de tipo térmico o vibratorio; de igual manera es sensible a la aplicación de presión. Para transmitir el voltaje producido, se adicionan dos rondanas con terminales, a ambos lados del piezoeléctrico cerámico. Esto se ensambla sobre un cargador de latón, aluminio o acero dependiendo de la aplicación; en su base se vierte un *glue* no conductivo que tiene función de aislante y que permite recibir el ensamble anterior sin transmitir el voltaje producido al motor, de tal manera, que se conduce solamente a través de los contactos; como un agente de ajuste, se ensambla una rondana de cierto grosor y peso, normalmente es una ferrita (llamada masa sísmica) cuya función es regular el voltaje producido por el sensor, posteriormente; se ajusta el ensamble mediante la adhesión de los *glue* ya mencionados anteriormente, se sueldan unas terminales al sensor y finalmente se moldea.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Esta investigación se llevó a cabo mediante la implementación de algunas metodologías tales como lo es Metodología Seis Sigma, la cual es una metodología de mejora de los procesos centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente. Seis sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología seis sigma es reducir esta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente. Obtener 3,4 defectos en un millón de oportunidades es una meta bastante ambiciosa pero logable.

Otra metodología aplicada durante esta investigación es el Diseño de Experimentos, ya que mediante la revisión llevada a cabo en el proceso se identificaron algunos factores contribuyentes al modo de falla por lo que se tomó la decisión de implementar esta metodología, la cual podemos empezar por definir un experimento como una prueba o serie de cambios de prueba en las que se hacen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta de salida (Montgomery D. C., 2004). Análisis de diseño de experimentos se define como una técnica estadística que permite identificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental, aquí se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a la causas para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. Dentro de esta herramienta de estadística encontramos a Ronald Fisher el cual es considerado el padre del diseño experimental en sus estudios de agronomía en el primer tercio del siglo XX, este personaje escribió mediante su analogía que un diseño experimental permite el efecto de varios factores e incluso interacciones entre ellas que se determinarían con el mismo número de ensayos que son necesarios determinar de los efectos por sí mismo con el mismo grado de exactitud.

Otra herramienta de calidad utilizada es el ANOVA (*Análisis of variance*, por sus siglas en inglés) la cual es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos, en el cual la varianza está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas. En esta misma metodología las técnicas iniciales del análisis de la varianza fueron desarrolladas por el estadístico y genetista R.A. Fisher en los años 1920 y 1930. Esta herramienta sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa.

Mediante esta herramienta nuestro objetivo es analizar las interacciones existentes entre todos los factores identificados como significantes en el proceso de este producto, cabe mencionar que nuestro objetivo del uso de esta herramienta es identificar una mejora en nuestro proceso y poder así identificar las variables significativas al modo de falla detectado.

Adicional también se utilizó el análisis de las diferentes distribuciones de probabilidad, esto mediante el análisis de los datos recolectados obtenidos de nuestra variable de salida, Una distribución de probabilidad indica toda la gama de valores que pueden representarse como resultado de un experimento si este se llevase a cabo. En otras palabras podemos decir que describe la probabilidad de que un evento se realice en el futuro, constituye una herramienta fundamental para la prospectiva, puesto que se puede diseñar un escenario de acontecimientos futuros

considerando las tendencias actuales de diversos económicos fenómenos naturales. Algunas de las distribuciones identificadas mediante esta investigación encontramos: Distribución Normal, Distribución Poisson y Lognormal.

Después de haber llevado a cabo una revisión de las metodologías a implementar a continuación a continuación se hace una descripción del método utilizado durante en esta investigación.

1. Revisión de historial de retornos de cliente y registros de desperdicio de líneas de ensamble

Esta investigación se inicia con la recolección de los registros de las piezas retorno de cliente y el modo de falla presentado en cada una, esto con la finalidad de clasificar los modos de falla el cual provoca el problema de corto circuito en el sensor. Llevando a cabo un análisis en el historial de las garantías recibidas por este modo de falla encontramos un total de 198 piezas de retorno de cliente con fecha de construcción a partir del 2008 a la fecha, las cuales presentan el problema de corto circuito, este problema puede ser detectado en el sensor a través de:

- a) Prueba de *Hipot* a nivel subensamble sin moldeo.

Durante esta prueba se verifica que no exista un corto circuito entre la base del *carrier* de latón y las terminales, mediante el diagrama eléctrico mostrado en la figura No.1 se puede verificar esta configuración.

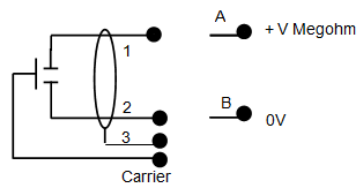


Fig 1. Diagrama de prueba eléctrica de un Knock sensor

- b) Prueba funcional

Aquí se realiza la misma verificación pero a nivel sensor.

Debido a las causas raíz ya mencionadas en la sección de introducción se llevó a cabo la recolección del historial de desperdicio de los procesos de ensamble de la línea perteneciente de Enero a Abril 2014, esto con la finalidad de verificar la tendencia de modos de falla en cada una de las cinco líneas de ensamble existentes en el área, mediante la siguiente figura 2 encontramos esta información en cual se puede verificar un registro de todo el desperdicio resultante de Enero-Abril 2014.

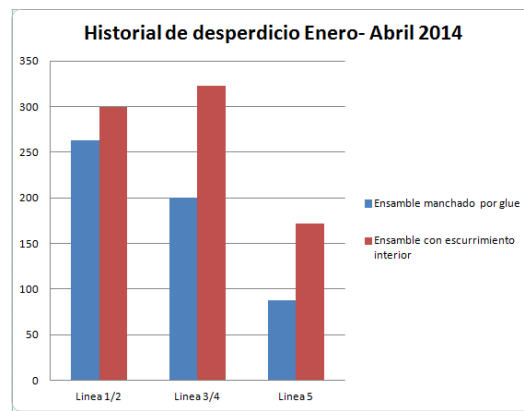


Fig. 2 Historial de desperdicio Enero-Abril 2014.

2. Análisis estadístico de los registros.

Se lleva a cabo un análisis de todo el historial de registro de datos mediante el programa Minitab®, esto con la finalidad de analizar el comportamiento de los datos resultantes, relacionado a este comportamiento con la tendencia de desperdicio registrado en los documentos electrónicos y físicos. Como se tiene actualmente 5 líneas de ensamble esta verificación se lleva a cabo en cada una, debido a esta gran cantidad de desperdicio en las líneas de producción se realiza un análisis de los datos de peso dispensado en la estación No.30 en el

proceso de ensamble, por lo que se encontró una variación en el comportamiento de los pesos de las cinco líneas, el resumen de este análisis estadístico se encuentra disponible en la Tabla 1, para obtener estos resultados se realizó una prueba de normalidad y estudio de capacidad a cada grupo de datos. Estos datos se tomaron de los registros de las hojas de recorrido en los cuales el inspector de calidad de forma diaria y tres veces por turno toma registro de 3 lecturas del peso, el cual tiene una especificación de 35 a 60 miligramos en la estación No. 30.

Tabla 1. Resumen de resultados Análisis de datos líneas de ensamble

Línea de ensamble	Tipo de distribución	valor CPK
Primera	Distribución Weibull	1.16
Segunda	Distribución Normal	4.59
Tercera	Distribución Lognormal	1.43
Cuarta	Distribución Normal	4.21
Quinta	Distribución Lognormal	2.05

3. Verificación del proceso de ensamble

Debido a la incongruencia en los resultados obtenidos del análisis realizado en todos los registros de datos e historial de desperdicio, surge la necesidad de llevar a cabo una verificación de los procesos de ensamble en todas las líneas, esto se llevó a cabo a través un análisis de diagrama causa-efecto, en la siguiente fig. 3 se muestran los resultados arrojados.

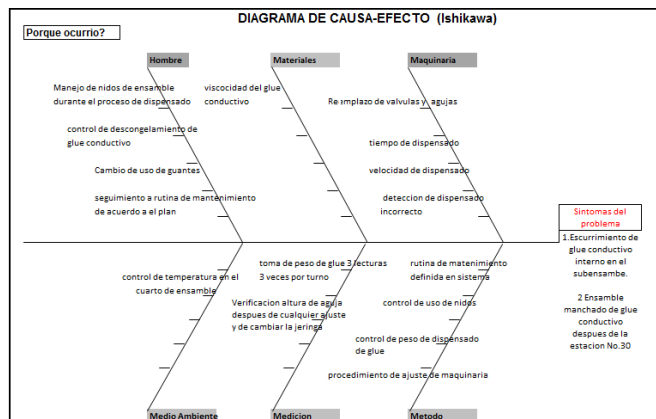


Fig. 3 Análisis Diagrama de causa-efecto (Ishikawa)

4. Listado de acciones correctivas resultantes

Como resultado de la revisión en equipo se generó un listado de actividades como acciones correctivas a realizar enlistadas a continuación:

- Tomar peso dispensado en las estaciones No.30 cada hora, esto con el objetivo de verificar el comportamiento del proceso. Ahí mismo registrar condición de jeringa.
- Realizar y documentar cada ajuste por parte de mantenimiento en la bitácora de producción, así mismo notificar a inspector de calidad.
- Llevar a cabo todos los lunes una auditoria a las actividades de mantenimiento programada para los fines de semana, esto con la finalidad de verificar físicamente que realmente se llevó a cabo. (ver anexo 2, formato de registro)
- Llevar a cabo un registro por parte del operador de limpieza de nidos, ventosas y limpieza de mordazas mediante el registro de la hora y número de reloj de los operadores en cada turno, este registro debe llevarse a cabo en las estaciones 10-40.

- e) Llevar a cabo un registro por parte del operador de limpieza de nidos, ventosas y limpieza de mordazas mediante el registro de la hora y número de reloj de los operadores en cada turno, este registro debe llevarse a cabo en las estaciones 10-40.

Una vez que se llevó a cabo la implementación completa de este listado de acciones de mejora se llevó a cabo otra vez la toma de datos de las líneas de ensamble dando los siguientes resultados enlistados en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de resultados Análisis de datos líneas de ensamble

Línea de ensamble	Tipo de distribución	valor CPK
Primera	Distribución Lognormal	1.64
Segunda	Distribución Normal	2.46
Tercera	Distribución Normal	3.70
Cuarta	Distribución Normal	2.84
Quinta	Distribución Normal	4.35

Analizando los datos recolectados por medio del programa Minitab® identificamos un comportamiento normal así mismo también se obtuvo un buen CPK de cada línea, por lo que se procedió a realizar un estudio de correlación entre el peso obtenido y el nivel de la jeringa por línea, esto con la finalidad de descartar la jeringa como variable contribuyente en el modo de falla obteniendo así los siguientes resultados que se muestran en la Figura 4 Estudio de correlación entre el peso y nivel de la jeringa líneas de ensamble.

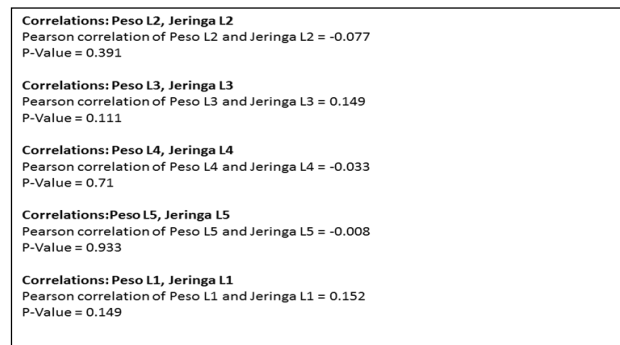


Fig. 4 Estudio de correlación entre el peso y nivel de la jeringa de las líneas de ensamble.

Analizando los resultados se puede identificar que no existe una relación significativa entre el comportamiento del peso dispensado y la condición física de la jeringa.

COMENTARION FINALES

Resumen de resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos a continuación se encontrara Figura #5 en la cual se muestra un gráfico comparativo en los valores de CPK del proceso de ensamble línea #30, adicional un cuadro comparativo con el resumen de los resultados (ver Tabla 3).



Fig. 5. Gráfico comparativo en los valores de CPK del proceso de ensamble línea #30.

Tabla 3 Cuadro comparativo de resultados peso dispensado estación #30

Línea de ensamble	valor CPK (ANTES)	valor CPK (DESPUES)
Primera	1.16	1.64
Segunda	4.59	2.46
Tercera	1.43	3.70
Cuarta	4.21	2.84
Quinta	2.05	4.35

Conclusiones

Analizando los resultados obtenidos podemos concluir que se obtuvieron resultados favorables, de acuerdo al análisis de los datos en el programa Minitab®, en específico el dispensado de *glue* en la estación #30, se puede observar que se logró obtener un comportamiento normal así mismo se cumple con el CPK requerido.

Respecto a la jeringa la cual se consideró como variable de ruido en el estudio DOE realizado se eliminó ya que se definió como un factor no significativo durante el proceso, esto fue definido mediante un estudio de Correlación realizado entre el peso y condición física de llenado de la jeringa.

Recomendaciones

Se recomienda seguir recolectando los pesos de la estación #30 de forma diaria y llenar los gráficos de control correspondiente, esto con la finalidad de detectar cualquier cambio en el proceso, se sugiere así mismo darle seguimiento a la auditoria de las rutinas de mantenimiento definidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FLUJO, D. D. Diagrama de flujo línea Knock sensor. *Diagrama de flujo Knock sensor glue*, 10. (S. privado, Ed.) Cd Juarez, Chihuahua, Mexico: Privada, 11 de Noviembre de 2007.
- Lefcovich, M. SEIS SIGMA Un sistema de calidad para el Siglo 21. (M. Lefcovich, Ed.) *Degerencia*, 4. 2005
- Montgomery, D. C. *Diseño y analisis de experimentos* (Segunda Edicion ed., Vol. 2). (D. Montgomery, Ed., & R. P. Garcia, Trad.) D.F. Mexico, Distrito Federal, Mexico: Editorial Limusa. 2004
- Privado, E. s. PFMEA Línea Knock sensor. *Documento PFMEA Glue Knock sensor*, 20. (E. privada, Ed.) Ciudad Juarez, Chihuahua, Mexico: Privada, 23 de Noviembre de 2007
- Tanco, M. Aplicacion del Diseño de Experimentos (DOE) para la mejora de procesos. (T. Martin, Ed.) *Universidad de Montevideo*, 10, 17 de Julio de 2008.

Mathematica: herramienta de apoyo en la impartición de cálculo diferencial e integral

MCE. Angélica Holguín López¹

Resumen Se enfatiza el papel de las matemáticas en algunas aplicaciones que tiene el cálculo diferencial e integral en la química. Los estudiantes que ingresan a la facultad de ciencias químicas creen que las matemáticas no son muy necesarias en esta área o quizás no estén tan formalizadas. Lo que se busca en este trabajo es conocer el programa mathematica y el uso de este en la clase de cálculo diferencial e integral, para agilizar las operaciones y centrarnos en la interpretación química de los resultados.

Palabras clave: educación, matemáticas, mathematica, química, tecnología, trasposición informática

Introducción

Las matemáticas se emplean en la mayoría de las áreas del conocimiento tal es el caso de la química, además la relación con la tecnología permite construir de manera sólida dicha ciencia. El desarrollo de las matemáticas siempre ha dependido del material y de las herramientas simbólicas disponibles para el cálculo matemático (Artigue, 2002). Además la importancia de la tecnología para la construcción del conocimiento se debe integrar al sujeto por un proceso de instrumentalización e instrumentación, de tal forma que se entienda dicha tecnología y genere algún conocimiento matemático específico.

El año (agosto 2013 – 2014) que llevo en la facultad de ciencias químicas los alumnos de nuevo ingreso a la carreras de QBP se estresan con la materia de cálculo porque creen que las matemáticas no les servirán para nada en su carrera. Los que van a químico o ingeniero químico ellos van con la idea de que las llevaran pero quien sabe que tanto les servirá en su formación académica. Agregado a esto llegan a una clase donde se utiliza un software especializado en matemáticas y consideran que esto no les servirá para nada, ya que los alumnos están acostumbrados a tomar apuntes y al parecer no razonan los pasos que están haciendo y para el día del examen solo memoriza.

Lo que se pretende en este documento es utilizar el programa mathematica como apoyo de trabajo para agilizar los cálculos y centrarnos en la interpretación química (si es que es requerida) del problema.

Justificación

Es importante motivar y justificar al estudiante en el uso de las matemáticas en su carrera, de esta forma se le fomenta el interés por la materia y cursos siguientes donde aplicara lo aprendido en este. Por citar algunos, tomados de Martínez (2001):

- En problemas de adsorción de CO_2 sobre Pt, se requiere el uso de ecuaciones diferenciales y derivación numérica. La obtención de las constantes cinéticas implica cálculo de derivadas para obtener las velocidades instantáneas.
- La determinación de la forma que toma un cable de transmisión de energía eléctrica, colgado entre dos postes, es un problema de estática donde se usa el cálculo diferencial para la interpretación geométrica de derivadas y el cálculo integral para la obtención de la longitud de arco.

La tecnología por sí sola no hace al estudiante un experto ya que entra en juego el razonamiento erróneo en los estudiantes y eso crea ciertas restricciones en el aprendizaje (Trouche, 2005). Esta teoría se podría decir que está en construcción actualmente y básicamente se refiere a una transformación del artefacto al instrumento, donde el concepto de instrumento es producto de una construcción propia del usuario a través de la instrumentalización e instrumentación. Para Trouche (2005) la instrumentalización es un reconocimiento de funciones del artefacto y la instrumentación es una idea, que el alumno desarrolla al momento de emplear la tecnología para entender una actividad matemática.

¹ Angélica Holguín López es maestra de la Facultad de Ciencias Químicas en la Universidad Autónoma de Chihuahua.
ahlopez@uach.mx

El lenguaje de las matemáticas utilizado en las ciencias (en este caso química) sería, en parte, la manifestación de una relación instrumental (estadística, cálculo diferencial, integral y vectorial, etc.); las matemáticas intervendrían como un instrumento técnico en situación de exterioridad respecto del objeto de su intervención (Barragán, 2003), por lo que actuarían como forma precisa de expresar relaciones de dependencia entre magnitudes cuantificables (variables), magnitudes cuantificables (variables).

El programa que se empleará es el Mathematica® en su versión 9.0, este fue lanzado en 1988 por la compañía Wolfram Research. El programa actualmente tiene más de 2 millones de usuarios (principalmente ingenieros y científicos de alto nivel). Es una herramienta poderosa de cómputo que prácticamente permite realizar cualquier tipo de cálculo algebraico o numérico y generar gráficos y análisis profundos.

Nos permite introducir al estudiante en distintas representaciones de los conceptos matemáticos. En el caso de cálculo diferencial e integral podemos citar evaluación de funciones, graficación, cálculo de límites, derivación e integración de una variable.

Marco teórico

Para Vigo-Aguiar (2000) las matemáticas en el área de las ciencias químicas deben cumplir tres papeles:

- Instrumental (Herramienta) → Proporciona técnicas y estrategias para su aplicación en áreas específicas de la química. Por ejemplo, si en un ejercicio se pide la razón de cambio promedio el programa agilizaría los cálculos.
- Formativo → El interpretar problemas aplicados, no solo quedarse en la utilización de una fórmula o técnica. Esto implica plantear, saber que nos piden y su interpretación. Por ejemplo al tener un conjunto de datos y se pide obtener la razón de cambio promedio (RCP), es importante conocer que significa RCP en el contexto en el que se trabaja, entonces la herramienta nos ayudaría a obtener el resultado y centrarnos en su significado.
- Fundamentación teórica → En un nivel superior las matemáticas se deben fundamentar, esto implica la necesidad de saber de dónde se obtienen los resultados en cada ejercicio y no quedarse solo con la parte mecánica de las matemáticas.

Para la National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) citado por Del Castillo y Montiel (2009, p.492):

- Uno de los seis principios para las matemáticas escolares, afirma que la tecnología es esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas; influye en la matemática que es enseñada y amplía el aprendizaje de los estudiantes.
- La tecnología debe ser usada para fomentar la intuición y entendimientos y no como un reemplazo de estas.
- Para un resultado satisfactorio en el empleo de la tecnología en el salón de clases de matemáticas depende del docente... la tecnología no reemplaza al maestro.

El uso de ambientes virtuales en la enseñanza de las matemáticas puede resultar un tanto difícil y ser analizada desde la transposición informática (Balacheff, 1994). Las características de estos entornos modelan y restringen las posibilidades de interacción con los objetos matemáticos y condicionan fuertemente las matemáticas que pueden ser producidas o adquiridas.

La transposición informática la define Balacheff (1994) como “El trabajo sobre el conocimiento que permite una representación simbólica y la puesta en práctica de esta representación por un dispositivo informático”. Los entornos basados por ordenadores, comparados con otros tipos de materiales tienen un carácter intrínseco cognitivo y particular, basado en la interacción simbólica del usuario del ordenador con la pantalla.

Para Balacheff citado por González (2005, p. 363 – 364) un dispositivo informático puede ser dividido en tres rubros. En la tabla 1 se da un ejemplo de estos.

- El universo interno, hecho de diversos componentes electrónicos cuya articulación y puesta en marcha permiten el “funcionamiento” del dispositivo informático; se refiere a una representación operativa viene dada por los lenguajes de programación.
- La interfaz, lugar de la comunicación entre el usuario (estudiante – maestro) y el dispositivo informático.
- El universo externo, donde se encuentra el usuario y donde le son accesibles otros dispositivos.

<p>Universo Interno → Programa (Mathematica)</p> <p>Interface →</p> <pre>In[3]:= f[x_] := $\frac{x + 2}{x^2 - 5x - 7}$ f'[x] // Simplify</pre> <p>Out[4]= $-\frac{-3 + 4x + x^2}{(-7 - 5x + x^2)^2}$</p>
<p>Universo Externo →</p> $f(x) = \frac{(x + 2)}{x^2 - 5x - 7}$ $U = x + 2 \quad U' = 1$ $V = x^2 - 5x - 7 \quad V' = 2x - 5$ $f'(x) = \frac{(x^2 - 5x - 7)(1) - (x + 2)(2x - 5)}{(x^2 - 5x - 7)^2}$ $f'(x) = \frac{x^2 - 5x - 7 - 2x^2 + 5x - 4x + 10}{(x^2 - 5x - 7)^2}$ $f'(x) = \frac{-x^2 - 4x + 3}{(x^2 - 5x - 7)^2}$

Tabla 1

Los tres rubros de un dispositivo informático. Fuente: Elaboración Propia.

El utilizar un entorno informático permite al usuario interactuar más directamente con los objetos matemáticos y de alguna forma reafirmar los conceptos matemáticos más complejos.

Al usar un software podrían resultar ciertas restricciones al utilizarlo. Trouche (1996) clasifica tres tipos de limitantes que actúan sobre el usuario:


- Internas → Estas vienen dadas por el ordenador, por ejemplo capacidad de memoria, estructura de la pantalla.
- Comandos → Están asociadas a la sintaxis utilizada al software, las cuales tienen cierta flexibilidad para obtener algún resultado; por ejemplo para calcular una derivada (hablando sobre el Mathematica) se puede utilizar “D[función, variable]” o “ ‘ ” después de definir una función.
- Organización → Ligadas al teclado y la pantalla, se refiere a la estructuración de los comandos e informaciones disponibles, estas pueden ser modificadas por el usuario para obtener ciertos resultados. Por ejemplo el valor del número e.

Todo esto nos indica que el usuario no está libre de utilizar la herramienta como él quiera. Para entender mejor estas restricciones, a lo largo del semestre las clases se alternan al realizar los ejercicios en cuaderno y otros en el programa.

Metodología

La materia de Cálculo diferencial e integral en la facultad de ciencias químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, se imparte en el primer semestre de las carreras de Químico, QBP e Ingeniero Químico. Se divide en cuatro objetos de estudio y por cada uno se elabora una práctica en el programa donde los ejercicios son simples como evaluar una función hasta encontrar el tiempo en que una población de bacterias se duplica o triplica. En las clases se les enseña a los estudiantes cómo se utiliza.

En la tabla 2, se muestra un resumen de los objetos de estudio, temas y prácticas que se utilizan en el curso.

Objeto de Estudio	Temas	Practica
<p>Objeto de estudio I Funciones</p> <p>Entiende el comportamiento (graficación, uso de tablas, aplicación a la vida cotidiana) de las funciones lineales, polinómicas, racionales, exponenciales, logarítmicas y trigonométricas.</p>	<p>**Funciones Algebraicas **Funciones Transcendentales **Operaciones con Funciones **Combinación de Funciones</p>	<p>Practica Introducción</p> <p>1) ¿Qué es el mathematica? Herramienta matemática para la agilizar los cálculos numéricos. Cada archivo de este se le llama cuaderno. La extensión con el que se graba es <u>nb</u>.</p> <p>2) ¿Cómo acceder a mathematica 9.0? START, PROGRAMAS MATHEMATICA 9.0, MATHEMATICA 9.0. Al entrar te aparecerán las siguiente ventanas</p>  <p>Practica 1 Evaluación y graficación de funciones</p> <p>Antes de empezar, en un “TITULO” sus generales: nombre, matrícula, universidad, etc... También una sección que diga EVALUACIÓN DE FUNCIONES.</p> <p>1) Vamos a realizar evaluación de funciones. El ejercicio será $g(r) = \frac{5r}{r+9} + 8r^2 - \sqrt{2r}$, encontrar $g(5)$, $g(-8)$, $g\left(\frac{2}{11}\right)$.</p> <p>Para escribir la función se introduce en un INPUT (Recuerda que antes de seleccionarlo debes de tener la línea gris debajo de lo último que escribiste, lo selecciones de la barra de herramientas).</p> <p>2) La sintaxis para escribir la función es la siguiente: $g[r]:=$</p>
<p>Objeto de estudio II Límites Calcula límites de funciones. Define una función continua.</p>	<p>**Límites de funciones algebraicas **Límites de funciones trigonométricas **Continuidad</p>	<p>Practica 2 Límites</p> <p>La sintaxis para calcular un limite $\text{Limit}[función,variable \rightarrow valor]$</p>
<p>Objeto de estudio III Derivadas Identifica los distintos tipos de funciones para</p>	<p>**Técnicas de Derivación **Derivada de la forma UV, V^n y $\frac{U}{V}$ **Derivada de funciones exponenciales y logarítmicas</p>	<p>Practica 3 Derivación</p> <p>La sintaxis para derivar es $D[función, variable]$ o utilizar el apostrofe después del nombre de la función.</p>



<p>elegir el mejor método de derivación. Además la utiliza como herramienta para resolver problemas de optimización.</p>	<p>**Derivada de funciones trigonométricas **Derivación implícita **Derivadas de orden superior **Criterio de la primera derivada **Criterio de la segunda derivada **Prueba de la segunda derivada **Aplicaciones</p>	<p>Ejemplo Derivar la función $g(t) = \sqrt[5]{t^2} - 12t$ Primer paso Escribir en forma de función el ejercicio dado dentro de un INPUT.</p> 
<p>Objeto de estudio IV Integración Comprende las diferentes estrategias de integración y las utiliza para resolver problemas de áreas y volúmenes.</p>	<p>**Integral Indefinida **Integral Definida **Teorema del Valor Medio **Integración por Partes **Área Bajo una Curva **Área entre dos Curvas **Volumen: Método de Discos **Volumen: Método de Arandelas</p>	<p>Practica 4 Integración Se usa el icono de integración que encontramos en la “palette” básica:</p> 

Tabla 2

Resumen de los objetos de estudio de la materia de cálculo diferencial e integral. Fuente: Elaboración Propia.

En cada objeto de estudio, se realiza una serie de actividades, exámenes rápidos, participación en clase, desarrollo de algunos tópicos del programa mathematica. Lo importante de conocer el software es que los estudiantes lo usen en sus tareas, exámenes, actividades en clase, etc., de la materia así como en cursos donde las matemáticas son herramientas, tal es el caso de Transferencia de Calor.

Conclusión

El empleo de software especializado en la enseñanza de las matemáticas es de mucha ayuda para agilizar cálculos, pero esto no implica que se deba olvidar el sustento teórico ya que la materia es herramienta de apoyo para otras materias de la Facultad de Ciencias Químicas. Esto es un primer intento en la materia de inicio del alumnos, se busca emplearlo en las materias que le siguen, cálculo vectorial, algebra lineal y ecuaciones diferenciales.

Algunos jóvenes les pareció difícil el uso del programa porque no tenían un acercamiento con este tipo de tecnologías en el área de las matemáticas. En general la herramienta fue bien aceptada por el alumnado, lo que queda es encaminar las practicas a la aplicación directa a la química e incorporarlas a los cursos de cálculo vectorial, algebra lineal y ecuaciones diferenciales que son los siguientes de la curricula.

No olvidar que como profesionales de la enseñanza nos debemos formar constantemente en los avances tecnológicos relacionados con la educación para poderlos emplear en nuestras clases. Por último es importante indicar la relación de las matemáticas que se enseñan con el uso que el químico, QBP o el ingeniero químico les pueda dar.

Bibliografía

Artigue, M. (2002). Aprendiendo matemáticas en un ambiente CAS: la génesis de una reflexión sobre la instrumentalización y la dialéctica entre el trabajo técnico y el conceptual. *Internacional Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245 – 274.

Balacheff (1994). Didactique et intelligence artificielle. *Richerches en didactique des Mathématiques*, 14(172), 9 – 42.

Barragán, M. (2003). Economía y matemáticas: Productividad, trabajo y distribución de la renta: Un estudio crítico. *Tesis de Doctorado no publicada*, Universidad Complutense de Madrid.

Del Castillo, A. y Montiel G. (2009). ¿Artefacto o instrumento? Esa es la pregunta. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. 22, 459 – 467.

Martínez, L.V. (2001). Enseñanza de matemáticas en carreras químicas desde un enfoque aplicado y motivador. *Números*, revista de didáctica de las matemáticas. 45, 43-52.

Vigo-Aguiar (2000). El papel de las matemáticas en la licenciatura de químicas. Proyecto docente.

Trouche, L. (2005). The didactical challenge of symbolic calculators. *Mathematics Education Library – Springer*

WOLFRAM. (s.f.). A quick overview of Mathematica. Recuperado el 15 de agosto del 2014, desde <http://www.wolfram.com/products/mathematica/quickoverview/>

Relación de títulos de anticuerpos Ig G sintomatología neurológica en pacientes con neurocisticercosis diagnosticada por tomografía axial computarizada (TAC) en San Andrés Azumiatla, Puebla

^{1,2}Huerta Orea Mira, ¹Diaz Huerta María Eugenia. ¹ Rubio Castro José Antonio

Resumen

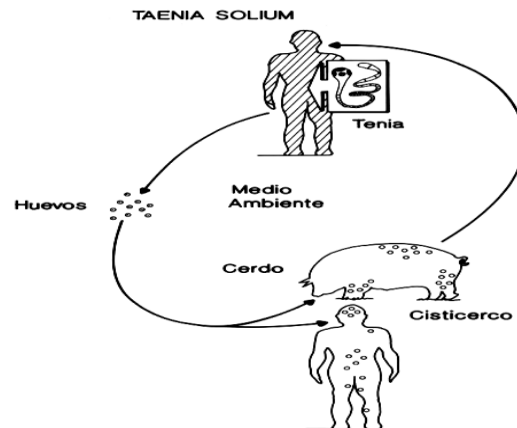
En México la neurocisticercosis por *Taenia solium*, se considera un problema de Salud Pública, ya que su prevalencia varía en diferentes estados con un promedio de 2%, el diagnóstico de esta enfermedad no es sencillo se requiere de una adecuada exploración neurológica y de estudios como es la Tomografía Axial computarizada, la cual es costosa, un método sensible y específico es la determinación de anticuerpos Ig G en suero de enfermos. Azumiatla es una población que presenta factores que favorecen a padecer neurocisticercosis por *Taenia solium*, falta de drenaje, fecalismo al ras del suelo, cerdos que deambulan libremente, falta de control sanitario en la venta de carne, si consideramos que esta enfermedad tiene una mortalidad de 16.4 al 25.9% estas condiciones se observan en varias comunidades de América Latina y el Caribe, por lo que es necesario contar con métodos diagnósticos factibles y de bajo costo. Metodología. Se realizó un estudio descriptivo, transversal de serie de casos, de paciente con diagnóstico de neurocisticercosis, por Tomografía Axial computarizada (TAC) de cráneo y se relacionó sintomatología neurológica y títulos de anticuerpos Ac Ig G en suero. Resultados: Azumiatla tiene 6203 habitantes, cuentan con piso de tierra, el 30% no cuenta con drenaje, 200 familias no cuentan con el servicio de agua pública, el 50% de las familias migran. 130 pacientes con calcificaciones predominando en lóbulo frontal izquierdo con un tamaño de 2 a 5 mm, compatibles a neurocisticercosis por TAC, los principales síntomas neurológicos: cefalea 82.4%, convulsiones 3.9% y deterioro cognitivo 1.2%. ELISA IgG la Sensibilidad del 7% y especificidad 98%. Conclusiones. De lo anterior propongo la revisión de las políticas públicas encaminadas a mejorar la calidad de vida de los adultos mayores, con base en una educación basada en valores y en equidad.

Palabras claves. Títulos de anticuerpos IgG, tomografía axial computarizada, neurocisticercosis.

Introducción

La Cisticercosis humana y porcina por *Taenia solium* se encuentra reportada en países con factores de riesgo África, China, Asia, este de Europa y en Latinoamérica. ¹

En Latinoamérica se reportan una alta prevalencia de neurocisticercosis que varía de un 2.1 al 30%. En México se ha reportado una tasa de incidencia de 24.59/100,000 (500,000 casos nuevos por año). En estudios realizados entre 1983 y 1985, la frecuencia de neurocisticercosis en Guerrero de 24%, en Michoacán de 12.7%, Estado de México 12%, San Luis Potosí de 7.8% y en Puebla de 7.1%. La encuesta seroepidemiológica Nacional de 1991 se encontró una prevalencia global del 1.3%. ^{1, 2, 4}



¹ Facultad de Medicina BUAP, ²UMF 57 IMSS-Puebla
correo de autor correspondiente mirnahuerta@yahoo.com

Figura 1
Fuente. IIB UNAM 2001



Figura 2. *Taenia solium* obtenida en la comunidad de San Nicolas Tolentino Puebla. (Huerta *et al* 2001).

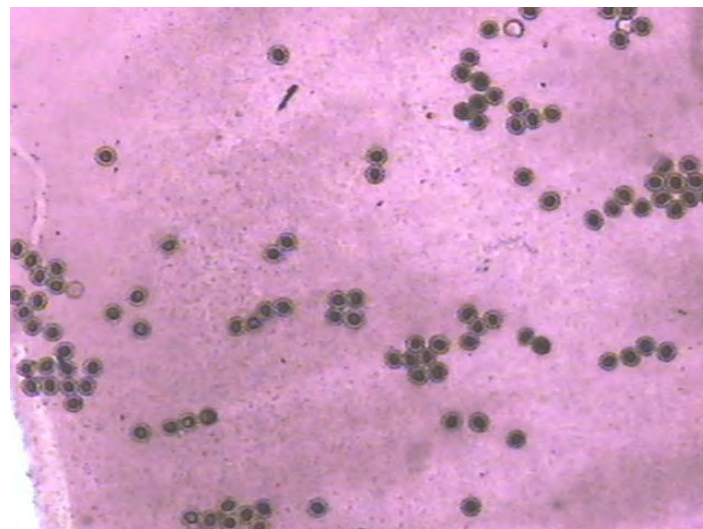


Figura 3. Huevos viables y no viables de *Taenia solium* (Huerta *et al* 2006)

La neurocisticercosis presenta principal disposición a afectar al sistema nervioso central. (Figura 1, 2 , 3) ciclo biológico de *Taenia solium*. Esta presentación especial es llamada neurocisticercosis.¹² Para su clasificación y tratamiento, la NC se ha clasificado como maligna, activa e inactiva. La neurocisticercosis clínica y por su amplio espectro patológico. Desde que se caracteriza por la enorme variabilidad de sus manifestaciones clínicas como son: cefalea, mareos, convulsiones, que dependen del lugar donde se intalan los cisticercosis en el SNC y el estadio del metacestodo que son: vesicular, coloidal, nodular granular y nodular calcificado.^{8, 10}

El diagnóstico se realiza clínicamente y se confirma mediante estudios sofisticados como Tomografía Axial Computarizada (TAC) que implica costos muy altos. En el caso de la neurocisticercosis sólo será posible diagnosticarla si se demuestra en forma definitiva la presencia del parásito (criterio absoluto), lo que se puede hacer por medio de la observación histológica de tejido extirpado, visualizándolo, en el ojo por medio de exploración de fondo de ojo (el parásito se puede encontrar en la cámara anterior, el vítreo o los espacios subretinianos) al ser

observados mediante un oftalmoscopio, o en estudios de neuroimagen que revelen lesión quística que contenga el escolex.^{2,9}

El diagnóstico de certeza no es posible en la mayoría de los casos, en los cuales se establece un diagnóstico clínico basado en la combinación de la sintomatología, los estudios radiográficos, las pruebas serológicas y los antecedentes de exposición.¹

La función fundamental del sistema inmunológico es detectar, inactivar y destruir moléculas potencialmente patógenas propias o ajenas. Así cuando entra un patógeno, a un organismo inmunológicamente competente se inicia una respuesta inmunológicamente específica que la mayoría de las ocasiones culmina con su destrucción. La especificidad de la respuesta inmunológica subyace en la proliferación clonal y selectiva linfocitaria y su posterior diferenciación a células efectoras tipo TH1 y TH2, con la subsiguiente producción de citocinas (IL2, IL12 e IF γ , en el caso de las células TH1; o IL4, IL5, IL6 e IL13 en el caso de las TH2 y a células plasmáticas con la consecuente producción de inmunoglobulinas específicas. (6). Las propiedades de los antígenos tienen una participación crítica en el desencadenamiento y el tipo de respuesta inmunológica específica inducida. En la fase larvaria, el cisticerco expresa un conjunto de complejos de antígeno de origen proteico, glicoproteico y lipídico. Esta heterogeneidad antigénica, si bien no se ha caracterizado sistemáticamente ha sido parcialmente descrita utilizando diferentes metodologías entre las que destaca la inmunoelectrotransferencia. Se pueden detectar antígenos totales del parásito o fraccionados, así como algunos antígenos aislados o expresados en forma recombinante o sintética, que han sido estudiados por diferentes grupos de investigación en los que se han determinado sus propiedades antigénicas, faltan por conocer las funciones y propiedades de la vida del parásito. Se ha reportado que existen algunos componentes antigénicos que son los más frecuentes reconocidos por el suero de humanos cisticercosos; otros son secretados como el antígeno HP10; mientras que algunos son compartidos por las diferentes fases del parásito, otras son específicos de cada fase.³

Respecto a la respuesta inmunológica en el humano asociada a las diferentes formas de la enfermedad, la gran diversidad de formas clínicas de la NC dificulta las declaraciones sencillas. Existen estudios descriptivos de algunos de los componentes de la respuesta inmunológica en caso de necropsias, así como en imagenología. Tratando de contar con criterios inmunológicos se reportan en los habitantes de las comunidades rurales con alta exposición a *T. Solium* que se distinguen de personas provenientes de zonas de baja exposición por presentar niveles de proliferación linfocitaria específica y niveles de IgG específica más elevada, evidencias que sugieren el contacto previo con antígenos parasitarios.^{4,13}

La NC asintomática calcificada se distingue de la personas expuestas al presentar una respuesta proliferativa específica por la producción de citocinas de tipo TH2 (IL4, IL5, IL13 e IL12), y niveles incrementados de IgG4 específica. En contraste, la NC sintomática, con múltiples cisticercos vesiculares o en estadios mixtos, presentan bajos niveles de proliferación linfocitaria específica sin producción de citocinas. Esta depresión de la respuesta inmunitaria se debe a que controla la extensión del fenómeno inflamatorio en el sistema nervioso central previniendo así la entrada de linfocitos periféricos activados al SNC. Con respecto a la respuesta inmunológica local en el líquido cefalorraquídeo (LCR). De estos pacientes, se detectan niveles aumentados de IL5 e IL6, ambas citocinas participan en fenómenos inflamatorios en el SNC; adicionalmente, presentan niveles elevados de IL10, una citocina inmunosupresora que probablemente participe en la regulación del fenómeno inflamatorio. En contraste con la deprimida respuesta inmunológica celular periférica, destaca la presencia de elevados niveles de anticuerpos de las diferencias en la modulación de la respuesta inmunológica celular y humoral asociada a esta parasitosis. En la NC sintomática se encuentran elevadas las cuatro subclases de IgG, mientras que en la NC asintomática se detectan niveles muy inferiores de las diferentes subclases de IgG. Estas diferencias en las cantidades de anticuerpos detectados pudieran reflejar la presencia de parásitos vesiculares.^{3,5}

Objetivo

Determinar la relación de los títulos de IgG en pacientes con diagnóstico de NC por TAC en Azumiatla Puebla.

Metodos

Se realizó un estudio analítico observacional, transversal de 154 pacientes con sintomatología neurológica y NC por TAC se reporto neurocisticercosis consentimiento informado, en Azumiatla Puebla en el 2008. Se tomaron sueros IV de sangre total periférica de antebrazo en condiciones basales para detectar títulos de anticuerpos IgG por ELISA.

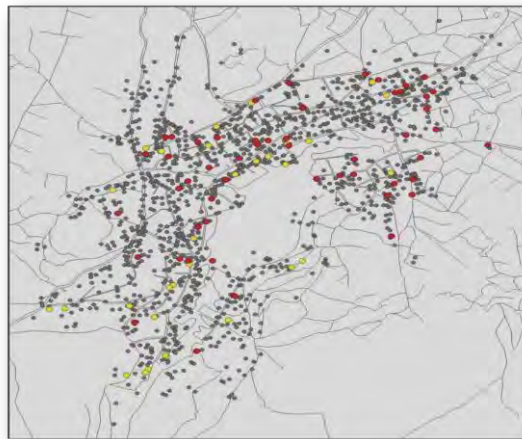
Técnicas y procedimientos. Todas las especies microbianas y parasitarias tienen al menos un antígeno que es único. Estos antígenos pueden ser purificados y utilizados para generar anticuerpos específicos monoclonales. Tanto los anticuerpos como los antígenos purificados proveen una herramienta efectiva y altamente específica para el diagnóstico.^{5,13}

La técnica se basa en la detección del antígeno inmovilizado sobre una face sólida mediante anticuerpos que directa o indirectamente producen una reacción cuyo producto, por ejemplo un colorante, puede ser medido espectrofotométricamente. Este principio tiene las propiedades de un inmunoensayo ideal: es versátil, robusto y simple de realizar, se emplearon reactivos económicos se utilizó una fase solida de microplacas de 96 pocillos, un Lector de ELISA y un espectrofotómetro. La muestra sangre periférica de 3 a 5 ml, se centrifugo a 1500 RPM durante 10 minutos, se separa el suero se identifica el tubo, se incuba en laplaca con antígeno de *T solim* al 1X controles positivos, blancos y negativos, con buffer de crarbonatos surante 24 horas a 4 C°, se enagua por 4 veces con buffer de fosfatos se sella con buffer de albumina al 1% por una hora a 37 C°, siguiente paso por una hora se colocan por un hora los sueros problemas se lava 4 ocasiones 1 hora con buffer de fosfatos, se coloca un 2° anticuerpo secundario la tecnica ELISA o ensayo de capatura de antígeno y detección de inmunocomplejos. Se trata de un ensayo muy empleado en el que se descubre el pocillo con un primer anticuerpo. Después de lavar el exceso de anticuerpo se aplica la muestra problema en la que se encuentra el antígeno, que será retenido en el pocillo al ser reconocido por el primer anticuerpo. Después de un segundo lavado que elimina el material no retenido se aplica una solución con el segundo anticuerpo estará unida a un anticuerpo anti-antígeno marcado. Así cada molécula de antígeno estará unida a un anticuerpo en la base que lo retiene y un segundo anticuerpo, al menos, que lo marca. Este ensayo tiene una gran especificidad y sencibilidad debido a la aplicación de señal que permite el segundo anticuerpo.

En resumen las 4 faces del ensayo ELISA son los siguiente.

- 1) Conjugación del anticuerpo del antígeno con una enzima (peroxidasa, fosfatasa alcalina etc.) El anticuerpo conjugado a la enzima se emplea en los ensayos directos e indirectos, sandwich, etc. El antígeno marcado se emplea en ensayos de competición de antígeno.
- 2) Unión de antígeno (o del anticuepo) a los pocillos. La unión de anticuerpos o antígeno se realiza con facilidad a la superficie de plástico tratados que tiene una gran afinidad pro proteínas.
- 3) Formación de una o más capas de inmunocomplejos. En el caso del antígeno unido a la placa se puede detectar mediante un anticuerpo anti-antígeno marcado (ELISA directo) o empleando un anticuerpo primario anti-antígeno un secundario anti primario marcado (ELISA indirecto). Este segundo método permite la aplicación de la señal al poderse unir uno o más anticuerpos secundarios a cada anticuerpo primario. En el caso del anticuerpo unido a la placa se incuba con una mezcla de antígeno y antígeno marcado. Se ensayan diferentes relaciones de antígeno frío frente a una cantidad fija de antígeno marcado. Este método se nombra como ensayo de competición del antígeno.
- 4) Revelado de la reacción enzimática. Después de un lavado para eliminar todas las moléculas marcadas no fijadas en forma de inmunocomplejos se añade el sustrato enzimático en solución. Se deja reaccionar y se lee la densidad óptica (D.O) mediante espectrofotometría en nanómetros (nm).

Resultados Mapa de San Andrés Azumiatla



Fuente INEGI 2010



San Andrés Azumiatla se localiza en el Municipio de Puebla del Estado de Puebla México y se encuentra en las coordenadas GPS: longitud (dec):-98.252778., Latitud (dec): 18.904167., La localidad se encuentra a una mediana altura de 2100 metros sobre el nivel del mar. Tiene 6203 habitantes radican en la población de 8837 personas de los cuales 4395 son masculinos y 4442 femeninos.

Los ciudadanos se dividen en 4316 menores de edad y 4521 adultos de los cuales 560 tienen más de 60 años. Viven en hogares indígenas, 2354 hablan una segunda lengua madre mexicana además del español. Cuentan con 1751 viviendas 601 tienen piso de tierra, 498 cuentan con solo una habitación, solo 417 de todas las viviendas tienen instalación sanitaria, solo 96 personas cuentan con seguro social el resto con SSA. 1511 son conectadas al servicio público. 1716 tiene acceso a luz eléctrica.

La estructura económica permite tener una computadora por cada 5 viviendas, en 115 tener una lavadora y 1340 tienen una televisión. 1976 analfabetos de 15 y más años, 307 de los jóvenes entre 6 y 14 años no asisten a la escuela.

De la población a partir de los 15 años 1931 no tienen ninguna escolaridad básica la media de escolaridad es de 4 años.^{6,15}

Migran en busca de empleo a E.U. y a diferentes partes de la república mexicana, cuentan con piso de tierra un 40%, el 30% no cuenta con drenaje, 200 familias no cuentan con el servicio de agua pública, el 50% de las familias migran. Se realizó un estudio previo neuroepidemiológico en 154 pacientes con diagnóstico neurológico por encuesta y exploración neurológica consentimiento informado, encontrando a 130 pacientes con calcificaciones predominando en lóbulo frontal izquierdo con un tamaño de 2 a 5 mm, compatibles a neurocisticercosis por TAC, el 74% mujeres y 26% hombres los principales síntomas neurológicos: cefalea 82.4%, convulsiones 3.9%, neuropatía periférica 3.2%, cefalea y convulsiones 2% y deterioro cognoscitivo 1.2%, (Cuadro 1).

Las enfermedades más frecuentes en esa población fueron: migraña 10.31%, Epilepsia 1.45%, Neuropatía Periférica 0.8%, Encefalitis 0.16%, Neuralgia del trigémino 0.16%. Se contó con 114/154 muestra de sangre total para determinar en suero títulos de anticuerpos anticisticercosis, se encontró 1.2% ELISA IgG la Sensibilidad del 7% y especificidad 98%.

Porcentaje de signos y síntomas de enfermedades neurológicas en Azumiatla, Puebla

Signos y síntomas	No de casos	Porcentaje (%)
Cefalea	127	82.4
Convulsiones	6	3.9
Deterioro Cognoscitivo	2	1.2
Hidrocefalia	0	0
Neuropatía periférica	5	3.2
Cefalea + convulsiones	3	2
Asintomáticos	11	7.2
total	154	100

Fuente: Exploración neurológica BUAP 2008
Cuadro 1

Conclusiones

La seroprevalencia obtenida mediante ELISA (0.38 por mil habitantes) con títulos de anticuerpos anticisticercos = 0.4547+/- 0.18, fue diferente a la obtenida por Tomografía axial computarizada (2.41 por 1000 habitantes) esto es debido a que las personas con diagnóstico de neurocisticercosis el 100 % estaban calcificadas y no se reportó casos con neurocisticercosis activa, lo que muestra su baja sensibilidad de la prueba ELISA pero una especificidad del 98% que identificó a los verdaderos negativos.

La prueba de ELISA puede ser útil para identificar a los paciente, candidatos a realizar TAC, por su alto costo puede servir de tamizaje. La prevalencia de neurocisticercosis en San Andrés Azumiatla es una de las más altas reportadas en el Estado de Puebla. La prevalencia de enfermedades neurológicas fueron: Migraña siguiendo Epilepsia, el género más afectado fue el femenino con un 74%. Los grupo etarios con mayor frecuencia fue el de 10 años y 50 años.

Discusión

En San Andrés Azumiatla localizada en el Municipio de Puebla, prevalecen las condiciones sociales y económicas que favorecen al ciclo de la *Taenia solium* y por ende a la presencia de neurocisticercosis en la población. En esta comunidad donde se carece de una gran porcentaje de drenaje existen cerdos que deambulan libremente, así como fecalismo al ras del suelo y sin control sanitario de venta de carne. Estas condiciones son similares en América Latina en las comunidades rurales y en los cinturones de miseria de las grandes Urbes. Donde existen alrededor de 13,825,000 personas afectadas y cerca del 2% padecen neurocisticercosis.⁵

De las enfermedades neurológicas que afectan a los pobladores de Latinoamérica del 16.4% al 25.9% la neurocisticercosis causa su muerte. En México se ha estimado una incidencia de 24.59/100,000 habitantes, 500 nuevos casos por año. En Azumiatla solo fue posible conocer la prevalencia de 2.41/1000 habitantes por la migración constante de la población ya que casi un 50% de la población en edad productiva se encuentra fuera de la comunidad.

La población de Azumiatla no cuenta con las condiciones económicas para solventar el pago de una Tomografía Axial Computarizada (TAC), para contar con antelación para el diagnóstico y prevención temprana de neurocisticercosis siendo este el estándar de oro para su diagnóstico.⁷ Debemos considerar que virtualmente, todas las especies microbianas tienen al menos un antígeno que es único y que estos antígenos pueden ser purificados y utilizados para generar anticuerpos específicos monoclonales. Tanto los anticuerpo como los antígenos purificados proporcionan herramientas específicas para un diagnóstico, facilitando su empleo.¹⁴

Al decidir evaluar la utilidad de la determinación de los valores IgG vs *Taenia solium* mediante la técnica de ELISA, la cual es una prueba serológica que busca la presencia de antígeno y anticuerpos específicos. Esta técnica basada en la detección del antígeno inmovilizando sobre una fase sólida mediante anticuerpos que directa o indirectamente producen una reacción, cuyo producto, es un colorante, que puede ser medido espectrofotométricamente, siendo versátil y simple de realizar, empleando reactivos de bajo costo, seguido de una fase sólida de fácil separación entre la fracción retenida y la fracción libre.

En nuestros pacientes solo se reportó calcificaciones el 0% fue activo, por lo que nuestra sensibilidad fue baja del 2.41 por 1000 habitantes pero tuvo una alta especificidad, reconociendo a los verdaderos negativos. Se recomienda hacer estudios futuros en la población migrante, así como determinación de IgG1, IgG2 y IgM que puede detectar Infecciones recientes o reinfecciones.^{1, 7, 8, 11}

Bibliografía

1. Larralde C, Aline S. Guía para profesionales de la Salud, Neurocisticercosis. Primera ed. UNAM, editor. México D.F.: Fondo de Cultura Económica; 2006.
2. Keilbach N, Sarti E. To control teniasis-cyticercosis t solium: experiences in a Mexican village. Actas Leidensia. Vol. 57, No. 2, 1989, 181-189.
3. Larralde C, Padilla A, Hernández M. Seroepidemiología de la cisticercosis en México. Instituto Nacional de Salud Pública. 1992; 34(2): p. 197-210.
4. Morales T, Quiroz J. Neurocisticercosis: Prevalencia en el hospital central militar. Revista de Salud Militar. Vol. 56, No. 1, 2002, 15-22.
5. Garcia H, Gonzalez A. *Taenia solium* cyticercosis. The Lancet. 2003; 362(93): p. 547-556.
6. Ramos-Kuri M, Montoya R, Padilla A. Inmunodiagnóstico de neurocisticercosis: Disappointing performance of serology (ELISA) in an

- unbiased sample of neurological patients. Archives of neurology. Vol. 49, 1992, 633-636.
- ⁷ Mora T. Imagen de la Neurocisticercosis por tomografía computarizada en los niños. Mexicana de Radiología. Vol. 53, No. 1, 1999, 230-239.
 - ⁸ Sánchez L, Abad L. Neurocisticercosis interventricular. Radiología. Vol. 44, No. 7, 2002, 309-313.
 - ⁹ Dávila D, Nuñez J. Valoración diagnóstica de la TAC versus Western Blot en neurocisticercosis. Peruana de Neurocisticercosis. Vol 8, No. 1, 2002, 581-586.
 - ¹⁰ Park S. Clinical implications of calcifield lesions of neurocisticercosis. The Pediatric Inf. D.Journal. Vol 19, No.6, 2000, 581-586.
 - ¹¹ Sotelo J, Oscar H, Brutto E. Revisión de neurocisticercosis. Neurosurg Focus. Vol 12, No. 6, 2002, 1-7.
 - ¹² Perez C, Isla A, Alvarez F. Actualización en el tratamiento de la neurocisticercosis. Neurología. Vol 36, 2003, 809-811.
 - ¹³ Huerta M, Hernández M, Shciutto E. Age cisticercicis for taenia solium in genetic in rural village México. Veterinary Parasitogy Journal. Vol 4, No.1, 2001, 112-115.
 - ¹⁴ Sciutto E, Fragoso G. Depressed T cell proliferation associated with susceptibility to experimental taenia crassiceps. Infection and Immunity. Vol. 63, No. 6, 1995, 2277-2281.
 - ¹⁵ Instituto nacional de Estadística GeI. La migración en Puebla. México, 2010.

Reducción de desperdicio en el área de ensamble por medio de la metodología Seis Sigma

Ing. Judith Jiménez Holguín MC¹, Ing. Jessica Cristina Torres Miranda²,
Ing. Mario Alberto Estrada Torres³ e Ing. Diana Alejandra Ortega⁴

Resumen—Este proyecto se desarrolló en una empresa dedicada a la manufactura de capacitores automotrices, chips de computadoras, armas militares, celulares. Dicho proyecto tiene como finalidad la aplicación de la metodología seis sigma y el círculo de Deming.

Se pretende con la aplicación de dicha técnica generar una mejora continua y radical en esta empresa, debido a que los problemas potenciales de cualquier compañía son el desperdicio. Con la aplicación de seis sigma que se plantea en este proyecto se pretende alcanzar la satisfacción total de la empresa.

Se usó la metodología de seis sigma, obteniendo como resultados la disminución de desperdicio, así como el incremento en la calidad

Introducción

En la empresa en la cual se desarrolló el proyecto es AVIO EXCELENTE, en la línea de ensamble LC MODULE 1.5, en la cual se ensambla un conector automotriz. El proceso inicia en una prensa hidráulica, donde 3 rollos de diferentes terminales son cortadas, las terminales son ensambladas en el insulador, al mismo tiempo el capacitor es cortado y doblado con la ayuda de una prensa, luego son colocados en charolas de 21 piezas y se ponen en una máquina de inyección de epoxi gris, donde el tiempo de ciclo es de 2 minutos. Después de este proceso pasa a una segunda prensa de ensamble de bobina al insulador donde el epoxi actúa como pegamento, se coloca en otra charola y son llevadas a una máquina de epoxi blanco y al igual que la primera máquina de epoxi el tiempo de ciclo es de 2 minutos. Una vez terminado el ciclo se le ensambla el capacitor y se ensambla. Cuando las piezas ya tienen ensamblada la bobina y el capacitor son llevados a un cuarto de curado, donde se dejan reposar durante 24 horas. Trascurrido este tiempo, las piezas terminadas son llevadas a una máquina probadora, donde se le revisa continuidad, posición correcta de terminales, sello completo, bobina, capacitor, etc. Una vez que el conector pasa por todo el proceso, es llevado al área de inspección por calidad, donde revisan que las piezas estén correctamente ensambladas y con cero defectos. En todo el proceso de ensamble se presentan daños a la bobina y al capacitor, todavía no se sabe con exactitud si la prensa está causando dicho daño. También se observa un problema en la probadora, que por algún parámetro erróneo que tiene la máquina, deja la pieza con el sello incompleto. Otro defecto que se presenta, son los clavijas desalineadas, que se doblan en la prensa al momento de ensamblarlos al insulador.

El conector de la línea LC Module 1.5 va colocado en el módulo de transmisión del FORD FIESTA europeo. Se muestra el conector en la Figura. 1



Figura 1 Conector LC MODULE 1.5

Definición del Problema

En la línea LC Module 1.5 se presentan varios defectos en las piezas terminadas, como son: terminales dañadas, bobina dañada, capacitor golpeado, pines desalineados, rebaba metálica en terminales, sello incompleto. Gran parte del desperdicio es ocasionado por estos problemas. Teniendo como consecuencia pérdida de económica (pérdida de material, tiempo muerto, faltante de personal, etc.)

Objetivo General

Eliminar y/o reducir los defectos más recurrentes en el proceso de ensamble para la línea de LC MODULE 1.5

Objetivos Específicos

Mediante la aplicación de la metodología de seis sigma y el círculo de Deming se mejorará el proceso, específicamente en el área de ensamble para:

¹ La M.C Judith Jiménez Holguín es Jefa del Departamento de Desarrollo Académico del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Chihuahua, México. jjimenezh@itcj.edu.mx (autor corresponsal)

² Ing. Jessica Cristina Torres Miranda es Ingeniero Industrial jessica.torres@mssl.motherson.com

³ Ing. Mario Alberto Estrada Torres es Ingeniero Industrial maet_team@hotmail.com

⁴ Ing. Diana Alejandra Ortega es Jefa del Departamento de Metal Mecánica del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Chihuahua, México dortega@itcj.edu.mx

1. Reducir terminales dañadas.
2. Reducir capacitor golpeado.
3. Reducir falla en la probadora.
4. Reducir bobina golpeada.

Justificación

Es importante elaborar un producto final eficiente para nuestro cliente, especialmente para los del área de ensamble LC MODULE 1.5, es un producto con un 75% de demanda, es de relevancia eliminar los defectos en la línea LC MODULE 1.5. La tabla 1 nos plantea el estado de la línea junto con el desperdicio de piezas que ha presentado en los últimos meses.

TABLA 1. Desperdicio de piezas en los últimos meses

MES (2013)	PIEZAS PLANEADAS POR MES	TOTAL DE PIEZAS REALES	DESPERDICIO DE PIEZAS	ESTADO DE LINEA
MARZO	88,200	87000	1200	92%
ABRIL	92,400	82,560	9,840	84%
MAYO	101,200	96,960	4,240	93%
JUNIO	88,320	88,320	0	100%
JULIO	101,200	96,000	5,200	95%
AGOSTO	61,600	59,000	2,600	81%

Supuesto

Con la implementación de la filosofía del círculo de Deming se obtendrá reducir los defectos que se presentan en los últimos meses de terminales dañadas.

Revisión De Literatura

Antecedentes y características de Seis Sigma.

Sigma (σ) es la letra griega que se usa para denotar la desviación estándar poblacional (proceso), al cual proporciona una forma de cuantificar la variación que tiene una variable de dicha población o proceso. El nivel de sigmas que tiene un proceso es una forma de describir la variación del proceso si cumple las especificaciones o requerimientos del cliente. En este sentido, la meta ideal es que el proceso tenga un nivel de calidad de seis sigma. Seis Sigma (σ) es una estrategia de mejora continua de negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización al reducir su variación, con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, en todo momento se toma como punto de referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia seis sigma se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico. Así mismo, tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo del ciclo y disminución de defectos. La meta de seis sigma, es lograr procesos con una calidad de seis sigma, es decir, que como máximo generen 3, 4 defectos por millón de oportunidades. Esta meta se pretende alcanzar mediante un programa vigoroso de mejora e impulsado por la alta dirección de una organización, en el que se desarrollan proyectos a lo largo y ancho de la organización con el objetivo de lograr mejoras, así como eliminar defectos y retrasos de productos, procesos y transacciones.

Historia

En 1987, seis sigma fue introducido por primera vez en Motorola por un equipo de directivos encabezados por Bob Galvin, presidente de la compañía, con el propósito de reducir los defectos de productos electrónicos. Desde ese entonces 6s ha sido adoptada, enriquecida y generalizada por un gran número de compañías. Además de Motorola, dos organizaciones que se contribuyeron a consolidar la estrategia Seis Sigma y sus herramientas son Allied Signal, que inicio su programa en 1994, y General Electric (GE) que inicio en 1995. Un factor decisivo de su éxito fue que sus presidentes, Larry Bossidy y Jack Welch, respectivamente, encabezaron de manera entusiasta y firme el programa en sus organizaciones. En Latinoamérica, la empresa Mabe es una de las organizaciones que ha logrado conformar uno de los programas seis sigmas más exitosas.

Características (principios) de seis Sigma

1. Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo. Seis Sigma es ante todo un programa gerencial que implica un cambio en la forma de operar y tomar decisiones, por ello, la estrategia debe ser comprendida y apoyada desde los niveles altos de la dirección de la organización empezando por el máximo líder de la organización.
2. Seis Sigma se apoya en una estructura directiva que incluye gente de tiempo completo. La forma de manifestar el compromiso por seis sigma es creando una estructura directiva que integre líderes del negocio, líderes de proyecto, expertos y facilitadores.
3. Entrenamiento:
 - a. Cinta negra: expertos técnicos que por lo general se dedican de tiempo completo a seis sigma
 - b. Cintas verdes: son expertos técnicos que se dedican de forma parcial a Seis Sigma, lideran o participan en proyectos para atacar problemas de sus áreas.
 - c. Cintas amarillas: Propietarios de los problemas, que participan en los proyectos y tienen un papel crucial en la etapa de control.
 - d. Currículo de una cinta negra: es el entrenamiento que debe recibir un cinta negra, durante el cual debe desarrollar un proyecto de Seis Sigma.
4. Acreditación.

- Orientada al cliente y con enfoque a los procesos. Otras de las características clave de Seis Sigma es buscar que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente (en cantidad o volumen, calidad, tiempo y servicio) y que los niveles de desempeño a lo largo y ancho de la organización tiendan al nivel de calidad de Seis Sigma.
- Seis sigmas se dirige con datos. Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos en la estrategia de Seis Sigma, ya que los datos son necesarios para identificar las variables críticas de la calidad y los procesos áreas a ser mejoradas.
- Seis Sigma se apoya en una metodología robusta. Los datos por si solos no resuelven los problemas del cliente ni del negocio por ello es necesario una metodología. En Seis Sigma los procesos se desarrollan de forma rigurosa con la metodología de 5 fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar por sus siglas en inglés (DMAMC).
- Seis Sigma se apoya en entrenamiento para todos. El programa seis sigma se poya en entrenamiento para todos sobre la metodología de DMAMC y sus herramientas relacionadas.
- Los proyectos realmente generan ahorros o aumento en ventas.
- El trabajo por Seis Sigma se reconoce.
- Seis Sigma es una iniciativa con horizonte de varios años, por lo que no desplaza otras iniciativas estratégicas, por el contrario, se integra y la refuerza.

Etapas de un proyecto de Seis Sigma

En esta sección se estudian con detalle las etapas de la metodología DMAMC que se aplica en un proceso de mejora Seis Sigma.

- ✓ (D) Definir el proyecto. En esta fase se debe tener una visión y definición clara del problema que se pretende resolver mediante un proyecto de Seis Sigma. Por ello será fundamental identificar las variables críticas para la calidad, esbozar metas, definir el alcance del proyecto, precisar el impacto que sobre el cliente tiene, el problema y los beneficios potenciales que se esperan del proyecto.
- ✓ (M) Medir la situación actual. En esta segunda etapa se miden las variables críticas para la calidad del producto o el servicio (Variables de salida, Y's). En particular se verifica que pueden medirse de forma consistente. Se mide la situación actual en cuanto el desempeño o rendimiento del proceso y se establecen metas para las variables críticas para la calidad (VCC).
- ✓ Analizar la causa raíz. La meta de esta fase es identificar la causa raíz del problema o situación (identificar las X's vitales), entender cómo es que generan el problema y confirmar las causas con datos.
- ✓ (M) Mejorar VCC. En esta cuarta etapa se tienen que evaluar e implementar soluciones que atiendan las causas raíz, asegurándose que se reducen los defectos (la variabilidad).
- ✓ (C) Controlar para mantener la mejora. Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X's Vitales).

Descripción del Método

La metodología a utilizar para la mejora de proceso fue el círculo de Deming, el cual se adapta justo al proceso de ensamble por la sencillez de su implementación.

IMPLEMENTACIÓN

Para implementar el proyecto de aplicación del círculo de Deming se utilizó los siguientes pasos de trabajo:

- ✓ Visitar el área afectada (LC MODULE 1.5) para detectar oportunidades de mejora.
- ✓ Analizar y decidir las posibles soluciones y las acciones a tomar.
- ✓ Implementar las acciones seleccionadas.

APLICACIÓN DE SEIS SIGMA

La metodología de seis sigma ofrece, de manera innovadora e inusual, su aplicación en el sector de las empresas, ofreciendo buenos resultados gracias a su correcta aplicación

Definir: El primer paso para la aplicación del círculo de Deming es la definición del problema a estudiar: Al día se produce una cantidad de 2400 piezas, de esas piezas se está teniendo un 66% de desperdicio, que equivale a 128 dólares. A continuación se muestra en la Figura 2 los principales defectos que se presentaron en el proceso.

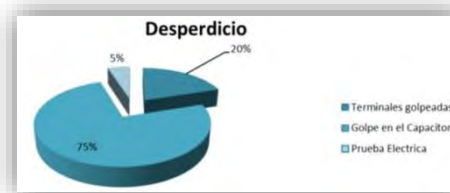
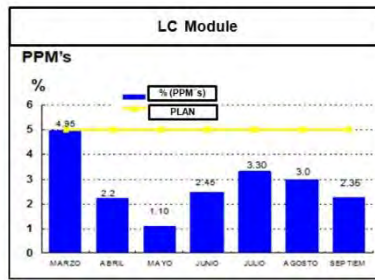


Figura 2. Defectos

El problema principal de esta línea son las terminales dañadas con un 75% es aquí donde encontramos el problema a estudiar. Se detectó una mala operación en el proceso de ensamble de las terminales en el insulador, dañando un 2.5 % más de lo establecido por cada pieza. Lo cual significa que con una pieza menos que se desperdicia, se ahorraría 8 dólares. Con una producción diaria de 2400 piezas se determina que con el desperdicio podríamos obtener 16 piezas más. Por lo cual se busca reducir el desperdicio por lo menos a un 1%.

Medir

Determinar el desempeño actual de la línea LC Module, recolectar información para el análisis y generar la definición enfocada del problema. A continuación en la figuras 3 se mostrara las partes por millón, del área de LC Module del porcentaje de los defectos encontrados; de la producción, del mes de marzo a septiembre.



Figuras 3 Partes por millón

Capacidad de Proceso (CPK)

CPk es El índice de capacidad del proceso, La capacidad de un proceso para producir un resultado dentro de unos límites predefinidos. Este índice juega un papel muy importante dentro de la empresa AVX, a la hora de demostrar que el proceso es fiable y está bajo control.

La capacidad real del proceso es también una función de que tanto está centrada y dispersa la población.

La capacidad del proceso es una medida de que tan bien se desempeña una métrica contra los estándares establecidos.

En este caso, en la línea de ensamble se lleva a cabo dos medidas críticas.

A continuación se puede observar en las Figura 4 y 5 con los datos se realizó una muestra de 125 datos para observar que el largo de IDC positivo y negativo está dentro de la capacidad del proceso requerido en la empresa.

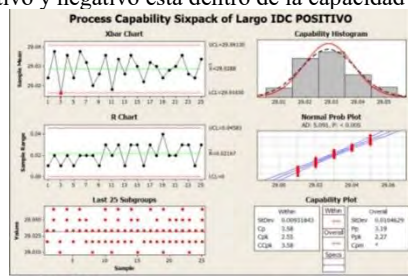


Figura 4 Largo IDC Positivo

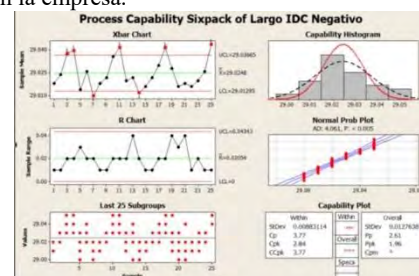


Figura 5 Largo IDC Negativo

Rendimiento RTY y Matriz causa efecto

El rendimiento RTY es el rendimiento real de la producción. A continuación se muestra en figura 6 se muestra la producción real de la línea LC Module. El diagrama de causa y efecto identifico las posibles causas, estas causas fueron enlistadas en la matriz, que nos ayudó a dar valor y poder reducir la lista de posibles entradas.

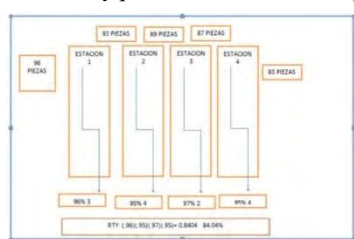


Figura 6 Rendimiento RTY

Salidas/Variables del proceso (Y's)	Terminales golpeadas	Golpe en el capacitor	Prueba eléctrica	Terminales faltantes	
Importancia de puntaje (1-10)	10	7	5	3	
Entradas/Variables del proceso (X's)	Tabla de puntaje (X's a Y's)				
Velocidad de la línea	3	3	0	0	12
Distancia entre el operador y la máquina	0	0	4	7	11
Ergonomía	4	3	4	4	15
Presión que ejerce el operador	3	0	5	4	12
Proveedor	0	0	0	0	0
Fatiga del operador	0	5	0	0	5

Figura 7 Matriz Causa-Efecto

ANALIZAR

La meta de esta fase es identificar la causa raíz del problema o situación (identificar las X's vitales), entender cómo es que generan el problema y confirmar las causas con datos.

ANOVA

El análisis de la varianza (ANOVA, Analysis Of Variance), según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en el cual la varianza está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas. Las técnicas iniciales del análisis de varianza fueron desarrolladas por el estadístico y genetista R. A. Fisher en los años 1920 y 1930 y es algunas veces conocido como "Anova de Fisher" o "análisis de varianza de Fisher", debido al uso de la distribución F de Fisher como parte del contraste de hipótesis.

H0: Las medias del tratamiento son iguales

H1: Las medias del tratamiento no son iguales

El siguiente ANOVA prueba la significancia estadística de la diferencia de las medias obtenidas de las muestras sobre la distancia entre el operador y la prensa, con una unidad de medida en metros. A continuación se mostrara la figura 8 del Anova operador contra distancia. En la siguiente Figura 9 observaremos los resultados del ANOVA ya graficados, relacionados distancia entre operador y prensa.



Figura. 8 ANOVA (Distancia entre operador y prensa)

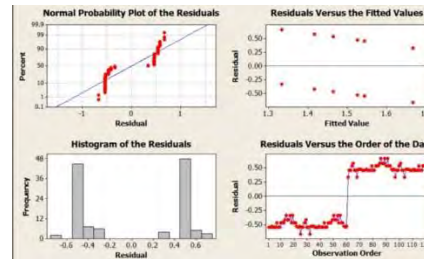


Figura. 9 Operador contra distancia

El siguiente ANOVA prueba la significancia estadística de la diferencia de las medias obtenidas de las muestras sobre la presión que ejerce el operador en las terminales. En la Figura 10 se muestra la diferencia en la de la presión que ejerce el operador. En la siguiente figura 11 observaremos los resultados del ANOVA ya graficados, relacionados distancia entre operador y prensa.

H0: Las medias del tratamiento son iguales
H1: Las medias del tratamiento no son iguales

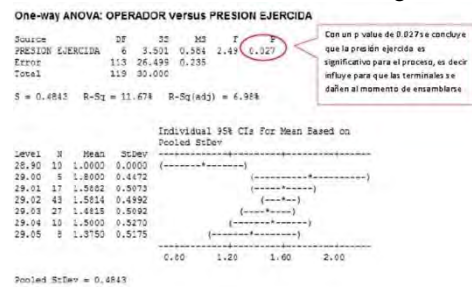


Figura 10 ANOVA Presión que ejerce el operador en las terminales.

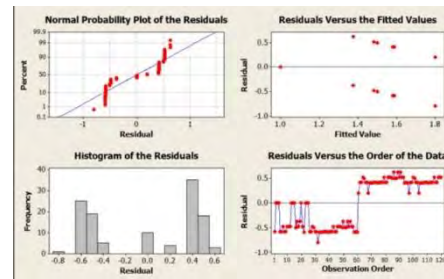


Figura 11 Operador contra presión ejercida

MEJORAR

En esta cuarta etapa se tienen que evaluar e implementar soluciones que atiendan las causas raíz, asegurándose que se reducen los defectos (la variabilidad).

Diseño De Experimentos (DOE)

La metodología de diseño de experimentos (DOE) es una herramienta estadística para la mejora de la calidad usada frecuentemente en proyectos Seis Sigma. 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. Se realizara un diseño de experimentos con la velocidad, la terminal y la fatiga:

H0: A=0; B=0

Ha: Al menos uno de los factores es ≠ 0

Con un nivel de significancia del 95% se determinara si alguno de los dos factores restantes es significativo para nuestra Y (Terminales dañadas). En la figura 12 se presentan los resultados de los factores restantes de Y. Con un p value de 0.356 (en color verde) se puede observar que la velocidad de la línea no es significativa para el proceso. Es decir que la velocidad no influye para que las terminales estén dañándose mediante el proceso. Por otra parte con un p value de 0.149 (en color rojo) nos podemos dar cuenta de que la fatiga del operador si es significativa. En la figura 13 se presentan los resultados obtenidos del diseño de experimentos.

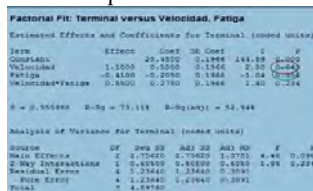


Figura 12 DOE (2²)

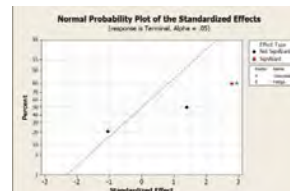


Figura 13 Resultados de diseño de experimentos.

CONTROLAR

Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X's Vitales). A través de la figura 14 podemos interpretar que algunas muestras que se tomaron de la presión ejercida, no se encuentran dentro de los límites de control, lo cual significa que los puntos fuera de control no están cumpliendo con lo establecido, lo cual nos genera terminales dañadas en el proceso y desperdicio de piezas.

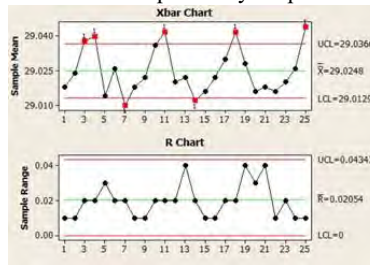


Figura 14 Gráfica de control

A través de esta gráfica podemos interpretar que algunas muestras que se tomaron de la presión ejercida, no se encuentran dentro de los límites de control, lo cual significa que los puntos fuera de control no están cumpliendo con lo establecido, lo cual nos genera terminales dañadas en el proceso y desperdicio de piezas.

Resultados

Los resultados obtenidos al aplicar Seis Sigma fueron favorables en diferentes aspectos para la empresa, ya que sirvió para determinar la causa raíz del problema que se estudió el cual fue las terminales dañadas en el proceso. Además que la empresa AVX percibió el interés de superarse a través de esta metodología.

Entre otros beneficios se logró establecer este programa para si en determinado tiempo ocurre algún problema similar con los diferentes ensambles de terminales se pueda solucionar como tal fue el caso.

También se logró la disminución de desperdicio de piezas, trayendo con ello un ahorro monetario para la empresa.

Al mes se tenía un promedio de 16 piezas de desperdicio, y después de la investigación y los análisis que se lograron completar, se tuvo una un promedio de 5 piezas de desperdicio. A continuación se muestra en la tabla 2 los resultados en la línea de LC Module (línea verde).

Tabla 2 Resultados en la línea LC Module

Product Line	Month Total	Daily Plan	ASP	Month US \$	ACTION STATUS			IMPACT ON SALES			
					PLAN	MTD	%	Plan	MTD	Dif	%
2 Pin	1323	63.0	0.16	212	1260	1348	107%	\$202	\$216	\$14	107%
12 Pin	90.3	4.300	0.41	37	86.0	88.13	102%	\$35	\$36	\$1	102%
20 Pin	5.04	0.240	1.25	6	4.80	5.76	120%	\$6	\$7	\$1	120%
47 Pin	56.448	2.688	1.32	75	53.8	58.8	109%	\$71	\$78	\$7	109%
52 Pin	13.23	0.630	1.74	23	12.600	14.175	113%	\$22	\$25	\$3	113%
73 Pin	20.16	0.960	5.65	114	19.200	20.64	108%	\$108	\$117	\$9	108%
6/14 Pin	220.5	10.500	0.23	51	210.000	245.7	117%	\$48	\$57	\$9	117%
10/26 Pin	2.184	0.104	1.86	4	2.080	2.1	100%	\$4	\$4	(\$0)	100%
18/36 Pin	105	5.000	1.61	169	100.000	96.8	97%	\$161	\$155	(\$6)	97%
LC Module VLS	2.793	0.133	5.18	14	2.660	31.5	1184%	\$14	\$163	\$149	1184%
UTCU2	20.16	0.960	3.58	72	19.200	17.76	93%	\$69	\$64	(\$5)	93%
88 Pin	60.9	2.900	2.61	159	58.000	63.21	109%	\$151	\$165	\$14	109%
25/29 Pin	2.52	0.120	1.10	3	2.400	3.50	146%	\$3	\$4	\$1	146%
TRW	16.506	0.786	1.14	19	15.720	0.00	0%	\$18	\$0	(\$18)	0%
8 Pin	0.987	0.047	7.50	7	0.940	3.51	373%	\$7	\$26	\$19	373%
64 Pin	3.024	0.144	5.90	18	2.880	3.17	110%	\$17	\$19	\$2	110%
64 Pin (wafer)	4.305	0.205	0	0	4.100	3.74	91%	\$0	\$0	(\$0)	0%
Varicon/ Wet-Line	5.25	0.250	2.6	14	5.000	5.000	100%	\$13	\$13	\$0	100%
	1952	93.0		784	1859	2011	108%	\$949	\$1,147	\$199	121%
		84%									

Fuentes Consultadas

- Control estadístico de calidad y seis sigmas, Humberto Gutiérrez Pulido, Román de la vara Salazar. Segunda edición, Mc Graw Hill 2009, Pág.: 482: México D.F
- Control estadístico de calidad y seis sigmas, Autor: Humberto Gutiérrez Pulido, Román de la vara Salazar. Primera Edición, Mc Graw Hill, 2004, Pág.: 636 Publicación: México D.F
- Alcal G., Dorta D. Julio 2008, Universidad Santa Maria, Estadística III Análisis de: <http://www.monografias.com/trabajos61/analisis-varianza/analisis-varianza2.shtml>
- Saraí Reyes Echeverría, Universidad Veracruzana Poza Rica, Diseño de Experimentos: <http://www.monografias.com/trabajos7/diex/diex.shtml>

Selección de la Mejor Política de Mantenimiento para Desarmadores Eléctricos a Través del Axioma de Información

Ing. Jesús David Juárez Granados¹, Dr. Jorge Pedrozo Escobedo²

Resumen— Los desarmadores eléctricos utilizados para el ensamble de componentes electrónicos operan constantemente provocando un desgaste y desajuste en sus componentes incrementando así el porcentaje de fallas y daños del equipo, por lo cual esta investigación busca seleccionar la mejor política de mantenimiento para mantener el equipo eficiente. El diseño axiomático (DA) comprende dos axiomas: el primero es el axioma de la independencia y el segundo el axioma de la información este axioma propone la selección de la alternativa más apropiada la cual contiene la mínima información.

Palabras clave—Diseño Axiomático, Mantenimiento, Desarmadores Eléctricos

Introducción

Dentro de los procesos de ensamble de componentes electrónicos el principal equipo para llevar a cabo esta actividad son los desarmadores eléctricos, los cuales están sometidos a un constante uso durante la jornada laboral lo que trae como consecuencia un desgaste en las partes móviles del equipo ocasionando un fallo en el equipo lo cual afecta el proceso de montajes de componentes electrónicos.

Mientras que muchos estudios relacionados con el mantenimiento han sido efectuados en sistemas automatizados tradicionales, muy pocas investigaciones se pueden encontrar dirigidas hacia los efectos que las políticas del mantenimiento tienen sobre la operación de un sistema de manufactura, según Pedrozo, et al (2011).

Políticas de Mantenimiento

En estudios anteriores que han tenido el enfoque en el modelado y la optimización del mantenimiento tienen sus objetivos en encontrar un balance óptimo entre costo-beneficio del mantenimiento preventivo (MP), en investigaciones anteriores según Pedrozo, et al (2011) dos políticas de mantenimiento conocidas como modelos de reemplazo basada en la edad del equipo y basada en el tiempo específico (frecuencia). El modelo basado en la edad, del equipo si la falla ocurre antes del mantenimiento preventivo programado, el mantenimiento preventivo es reprogramado a partir del tiempo en que se realiza el mantenimiento correctivo (MC) en el equipo. En el modelo basado en el tiempo específico el mantenimiento preventivo se realiza siempre en las frecuencias programadas sin importar si ocurre alguna falla en el equipo antes del próximo mantenimiento preventivo. En esta investigación se han evaluado y aplicado 3 políticas de mantenimiento para desarmadores eléctricos, las cuales son descritas:

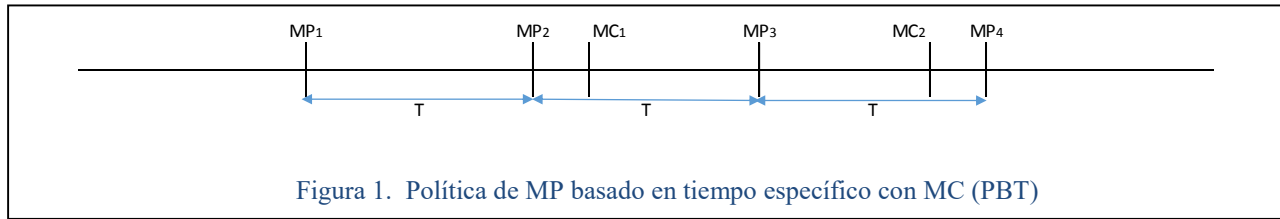
1. *Política de solo Mantenimiento Correctivo (PMC)*. La CMF recibe mantenimiento correctivo solamente cuando cualquier equipo falla.

2. *Política de MP basado en tiempo específico con MC (PBT)*. En este caso, el equipo se sujeta a un mantenimiento preventivo al final de cada turno para eliminar las fallas por desgaste durante el turno. Sin importar si algún MC fue efectuado entre dos MP programados, las actividades de MP son siempre realizadas como fueron programados el final de cada turno sin afectar el plan de producción, ver figura 1.

3. *Política de MP Disparado por Oportunidad con MC (PDO)*. En esta política las actividades de MP se realizan cuando son disparadas por un mecanismo de fallas, es decir, si ocurre una falla que requiere MC, también dispara la operación de MP. Así, el mantenimiento correctivo y el mantenimiento preventivo son realizados al mismo tiempo cuando una falla ocurre.

¹ Ing. Jesús David Juárez Granados es estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial de la División de Estudios de Posgrado del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua. davidjuarez87@hotmail.com (autor correspondiente)

² El Dr. Jorge Pedrozo Escobedo es Profesor Investigador del instituto tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua. jpedrozo@avonauto.com



Diseño Axiomático

De acuerdo a Suh (1990) la metodología del diseño axiomático provee un marco de referencia sumamente importante para guiar a los diseñadores a través del proceso de toma de decisión con la finalidad de alcanzar los resultados positivos en función del objetivo final del diseño. El principio del diseño axiomático es que existen axiomas fundamentales que gobiernan el proceso del diseño.

El diseño axiomático se divide en dos axiomas:

1. Axioma de Independencia. La independencia de los requisitos funcionales (FR por sus siglas en inglés functional requirement) debe ser mantenida siempre; por ejemplo, decisiones del diseño deben ser hechas siempre sin la violación de la independencia entre cada uno de los requisitos funcionales. Los FR se definen como el número mínimo de requerimientos independientes que caracterizan las metas del diseño.

2. Axioma de Información. Minimizar al mínimo el contenido de información; por ejemplo, entre los diseños que satisfacen el axioma de independencia. El diseño que tiene la más alta probabilidad de éxito es el mejor diseño.

Pedrozo, et al (2011) muestra como el enfoque axiomático es utilizado para evaluar la mejor opción y toma de decisiones.

Basado en estas investigaciones y con la finalidad de tener una base científica en la metodología desarrollada en esta investigación, la mejor política de mantenimiento para desarmadores eléctricos fue seleccionada utilizando el axioma de información por Suh (1990):

Axioma de Información

Minimizar el contenido de información. Información es definida en términos del contenido de información a la cual es referida, en su forma más simple, como la probabilidad de satisfacer una FR dada. En el caso general de n FR para un diseño desacoplado, la satisfacción de la información es:

$$I = \sum_{i=1}^n -\log(P_i) \quad (1)$$

donde:

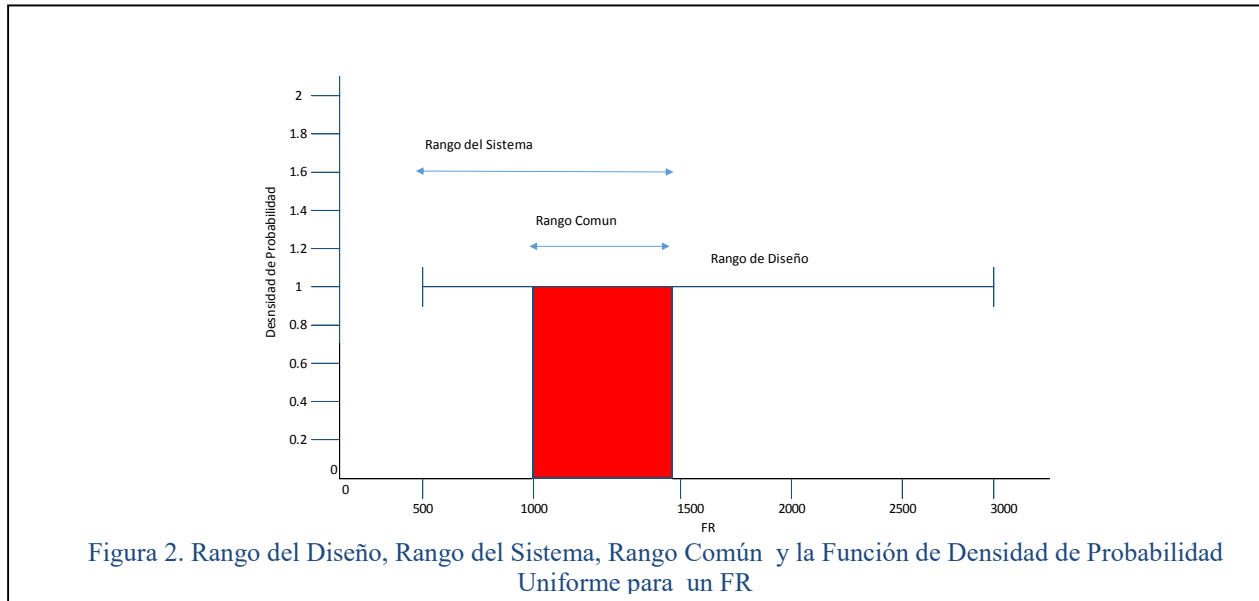
p_i = probabilidad {DPi satisface FRi}

Ya que existe n FR, el total de información a satisfacer es la suma de todas esas probabilidades. El axioma de información establece que el diseño con mínima I es el mejor diseño, ya que requiere la mínima cantidad de información para alcanzar las metas del diseño. Cuando $p_i = 1$ (para todas las i) entonces $I = 0$, y contrariamente la información requerida es infinita cuando $p_i = 0$ para alguna i.

De acuerdo a Cengiz y Kulan (2005) en cualquier situación de diseño, la probabilidad de éxito por lo que el diseñador desea alcanzar en términos de las tolerancias (rango del diseño) y lo que el sistema es capaz de entregar (rango del sistema).

Como se muestra en la figura 2 la intersección entre el rango de diseño y el rango del sistema es la región aceptable donde la solución existe, por lo tanto en el caso de una función de Densidad de Probabilidad Uniforme p_i puede ser escrita como:

$$p_i' = \frac{RC}{RS} \quad (2)$$



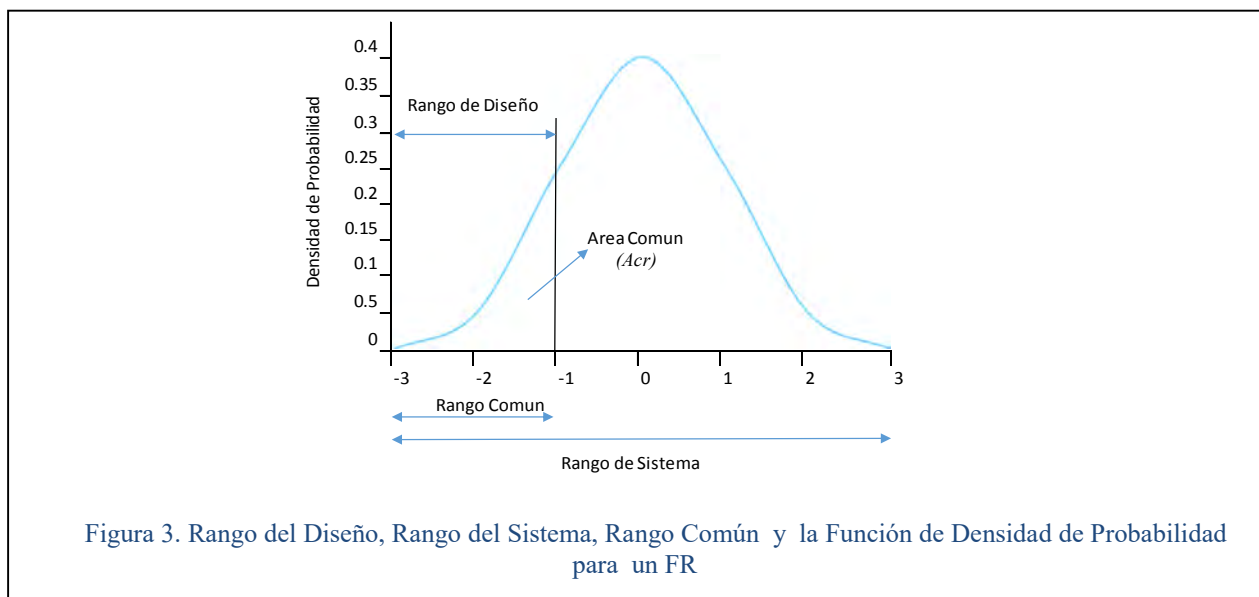
Por lo tanto, el contenido de información es igual a:

$$I_i = \log_2 \frac{RS}{RC} \quad (3)$$

Si FR es una variable continua, la probabilidad de satisfacer el FR dentro del rango de diseño puede ser expresada como:

$$p_i = \int_{dr}^{dr^u} p_s(FR_i) dFR_i \quad (4)$$

Donde $p_s(FR_i)$ es la función de densidad de probabilidad del sistema para FR_i . En la figura 3 el área del rango común (Acr) es igual a la probabilidad de éxito.



Por lo tanto la cantidad de información es igual a:

$$I = \log_2 \left(\frac{1}{A_{cr}} \right) \quad (5)$$

El axioma 2 trata con la complejidad que depende del número de FRs y DPs (tamaño de la solución) y de sus variaciones.

Selección de la Mejor Política de Mantenimiento

Para seleccionar la mejor política de mantenimiento para un desarmador eléctrico de las tres políticas propuestas utilizando el axioma de información es necesario establecer los criterios de selección en base a los índices de desempeño tradicionales en el área de mantenimiento empleados en equipos productivos, estos índices se utilizaron como requerimientos funcionales cuantitativos para poder ser evaluados, Pedrozo y Aldape (2009). Los criterios considerados son disponibilidad del equipo, tasa de rendimiento, tasa de calidad.

- FR1: Tasa de calidad (TC) debe ser mayor a un 98%
- FR2: Disponibilidad del equipo (DE) debe ser mayor a un 95%
- FR3: Tasa de rendimiento (TR) debe ser mayor a un 95%

Cada una de las políticas de mantenimiento fue implementada en tres desarmadores eléctricos cada uno en una estación de trabajo las cuales se nombraron CE01, CE02 y CE03, Las estaciones de trabajo son idénticas en cuanto a equipo, capacidades, familias de productos (volúmenes de producción similares). En la CE01 se implementó la política de mantenimiento PMC, en la CE02 se implementó la PBT, y por último en la CE03 se implementó la PDO.

Los datos del rango del sistema para cada una de las diferentes políticas de mantenimiento evaluadas en esta investigación se resumen en la cuadro 1.

Política de Mantenimiento	Criterios de Selección		
	(TC) mayor al 98%	(DE) mayor 95%	(TR) mayor al 95%
PMC	99.63% - 97.75%	98.80% - 94.76%	98.74% - 93.75%
PBT	99.75% - 97.94%	97.81% - 96.88%	97.90% - 94.17%
PDO	99.94% - 99.75%	98.18% - 97.27%	98.50% - 97.01%

Cuadro 1. Datos del rango del sistema para las diferentes Políticas de Mantenimiento.

Calculo del Contenido de Información

En la figura 4 se muestra el rango del diseño RD para el FR1 que representa lo que el diseño desea alcanzar en termino de metas, así como el rango del sistema RS que básicamente es lo que el sistema es capaz de entregar, la intersección entre el RD y el RS es la región donde la solución aceptable existe y recibe el nombre de Rango Común RC. Por lo tanto, en el caso de la función de distribución de probabilidad uniforme pi para el RF1 se describe como:

$$pFR_{1(TC)} = \frac{RC}{RS} \quad (6)$$

Por lo tanto, el contenido de información es igual a:

$$IFR_{1(TC)} = \log_2 \frac{RS}{RC} \quad (7)$$

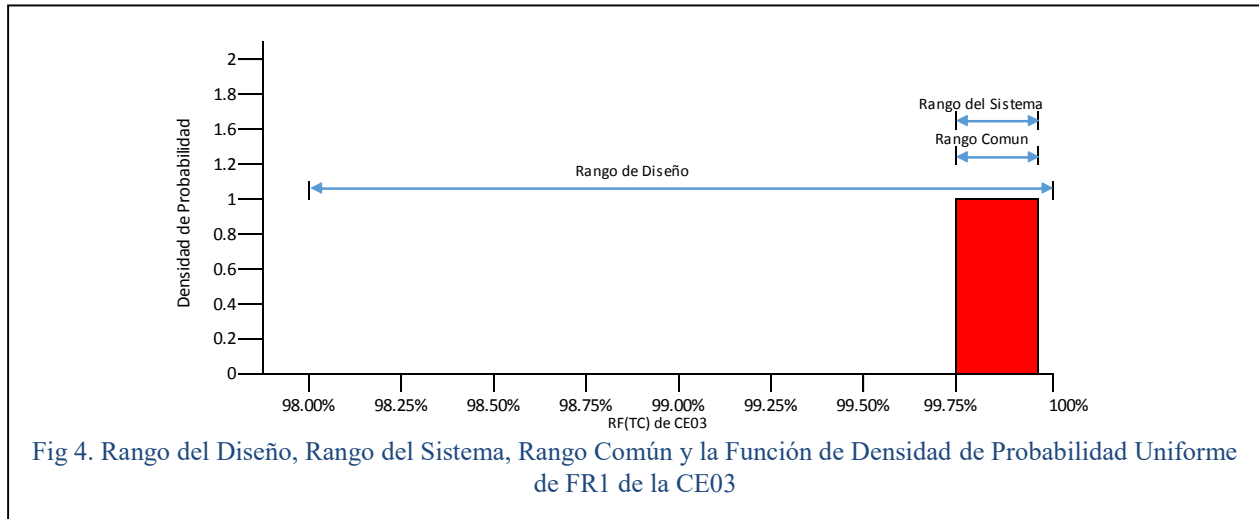


Fig 4. Rango del Diseño, Rango del Sistema, Rango Común y la Función de Densidad de Probabilidad Uniforme de FR1 de la CE03

El rango del sistema y el rango común mostrados en la figura 4 son calculados de la siguiente manera:

$$RS = 99.94\% - 99.75\% = 0.19\%$$

$$RC = 99.94\% - 99.75\% = 0.19\%$$

La probabilidad $p(TC)$ para la CE03 es:

$$p(TC) = \frac{0.19\%}{0.19\%} = 1$$

El contenido de información $I(TC)$ para la CE03 es:

$$I(TC) = \log_2 \left(\frac{0.19\%}{0.19\%} \right) = 0$$

En los cuadros 2 y 3 se muestra la probabilidad de satisfacer cada FR y el resultado del contenido de información para cada una de las distintas políticas de mantenimiento. El axioma de información establece que la política de mantenimiento con el mínimo contenido de información es la mejor y dado que los resultados obtenidos muestran que la política PDO es la que cuenta con la mínima cantidad de información definimos que esta política es la mejor.

Política de Mantenimiento	Criterios de Selección		
	p(TC)	p(DE)	p(TR)
PMC	0.8667	0.9404	0.7496
PBT	0.9655	1	0.7770
PDO	1	1	1

Cuadro 2. Resultados de la Probabilidad de Satisfacer cada RF para las Diferentes Políticas de Mantenimiento Evaluadas.

Política de Mantenimiento	Criterios de Selección			
	p(TC)	p(DE)	p(TR)	ΣI
PMC	0.2063	0.0885	0.416	0.7108
PBT	0.0506	0.364	0.364	0.7786
PDO	0	0	0	0

Cuadro 3. Resultados del Contenido de Información de las Diferentes Políticas de Mantenimiento Evaluadas.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

La finalidad de este trabajo fue seleccionar de una manera científica la mejor política de mantenimiento para el equipo de desarmadores eléctricos, por medio del axioma de información de la metodología del diseño axiomático, se establecieron tres políticas de mantenimiento basadas en los dos principales tipos de mantenimiento: mantenimiento preventivo y correctivo.

El estudio realizado en esta investigación mostro que la política de MP disparado por oportunidad con MC (PDO) es la mejor alternativa para los desarmadores eléctricos.

Recomendaciones

En esta investigación se utilizaron tres requerimientos funcionales basados en el desempeño del equipo para ser utilizados como el criterio de selección, por lo cual con la finalidad de ampliar esta investigación es recomendable incluir otros requerimientos funcionales relacionados directamente con el desempeño del equipo.

Referencias

Cengiz K. y Kulak O. "Multi-attribute comparison of advanced manufacturing systems using fuzzy vs. crisp axiomatic design approach," International Journal of Production Economics 95 (2005) 415–424

Pedrozo y Aldape. "Diseño de un modelo de optimización del mantenimiento a través del enfoque axiomático. Congreso de Investigación de AcademiaJournals.com," Universidad Veracruzana Boca del Río, Veracruz, México. pp124- 130.CIAJ 2009

Pedrozo, Maldonado y Balderrama. "Selección de la Mejor Política de Mantenimiento en Células de Manufactura Flexibles a Través del Diseño Axiomático," Congreso de Investigación Academiajournals.com. Instituto Tecnológico de Ciudad Juarez, Chihuahua, México. Vol 3, No.1, pp372, 2011, ISSN1946-5351.

Suh, N.P. "The Principles of Design," Oxford University Press. 1990

PROGRAMACIÓN DE CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES CON PANTALLA TÁCTIL

M.C. Victor Manuel Juárez Luna¹, M.C. Jesús Salinas Coronado²,
M.I. Julián Israel Aguilar Duque³ y M.I. Guillermo Amaya Parra⁴

Resumen—Se presentan los pasos a seguir para programar controladores lógicos programables con HMI (*Human Machine Interface*) por sus siglas en inglés. La interface tiene la característica de tener tecnología *touch screen*, lo que permite modificar parámetros mientras el programa se esté ejecutando. El impacto de este trabajo es mostrar que con una metodología sencilla un usuario con cierto perfil puede programar PLC's siguiendo los pasos en el trabajo presentado.

Palabras clave—PLC (Controlador Lógico Programable), HMI (Interfaz Humano-Máquina), Programación, *touch screen*.

Introducción

Los avances tecnológicos en mecánica, eléctrica, química, entre otras áreas, desde la mitad del siglo pasado a la fecha han dado lugar a una paulatina elevación de la complejidad de los sistemas y hacen que las variables físicas a vigilar y controlar sean cada vez más. Pero dicho control no puede ser realizado directamente por el ser humano debido a que carece de la capacidad de acción mediante sus manos así como de sensibilidad y rapidez de respuesta de los estímulos que reciben sus sentidos. (Mandado Pérez, et al., 2010). La acción de medir corresponde a los sensores, los cuales no son objeto de estudio del presente trabajo. Y la acción de controlar corresponde a los Controladores Lógicos Programables (PLC's). Los controladores lógicos programables son pieza clave en la automatización de los procesos industriales, debido a la variedad de funciones que realiza. Un controlador lógico es aquel que realiza funciones lógicas, combinacionales y secuenciales, mediante la programación adecuada introducida a través de una interfaz. (Álvarez Pulido, 2004).

Lenguaje de programación

La definición de los lenguajes de programación de uso más popular, las reglas sintácticas y semánticas, el juego de instrucciones fundamental, los ensayos y los medios de ampliación y adaptación de equipos son el objeto y campo de aplicación de la norma (Norma ICE 61131-3, 2013). Ésta norma establece que existen elementos comunes y lenguajes de programación. Dentro de los lenguajes comunes establece tipos de datos y variables, modelo de software, modelos de comunicación de datos, modelo de programación, unidades de organización del programa, gráfico funcional secuencial y elementos de configuración. Los lenguajes de programación son: Lista de instrucciones (IL), texto estructurado (ST), diagrama de bloques funcionales (FBD), diagrama de contactos (LD) comúnmente llamado también diagrama de escalera.

Software

Existen infinidad de software para programar PLC's, para el presente trabajo se usa el software GP-Pro-EX 3.6, (figura 1), que está orientado a la marca Pro-face. Este software tiene la versatilidad de poder observar la HMI y el

¹ El M. C. Victor Manuel Juárez Luna es Profesor de Ingeniería Industrial en la Facultad de ingeniería, Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma de Baja California. México.

juarezv@uabc.edu.mx

² El M. C. Jesús Salinas Coronado es Profesor de Ingeniería Industrial en la Facultad de ingeniería, Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma de Baja California. México.

jesus.salinas.coronado@uabc.edu.mx

³ El M. I. Julián Israel Aguilar Duque es Profesor de Ingeniería Industrial en la Facultad de ingeniería, Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma de Baja California. México.

julian.aguilar@uabc.edu.mx

⁴ El M. I. Guillermo Amaya Parra es Profesor de Ingeniería Industrial en la Facultad de ingeniería, Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma de Baja California. México.

amaya@uabc.edu.mx

programa en escalera al mismo tiempo que se está desarrollando el programa, esta característica es muy atractiva para los usuarios ya que se genera un ambiente amigable y fácil de comprender o modificar.



Figura 1. Ícono del software para programar.

Hardware

El modelo del equipo utilizado para este trabajo es PFXLM4301 TADAC el cual es un PLC + HMI, cuya imagen se muestra en la figura 2. Las características principales son: Pantalla *touch screen*, alimentación requerida de 24 VDC, 2 puertos USB, entradas y salidas análogas y digitales.



Figura 2. PLC+HMI.

Descripción del Método

La lógica y el orden de la estructura son fundamentales para programar. A continuación se muestra un diagrama de bloques donde se especifican los pasos a seguir para la programación de PLC + HMI.

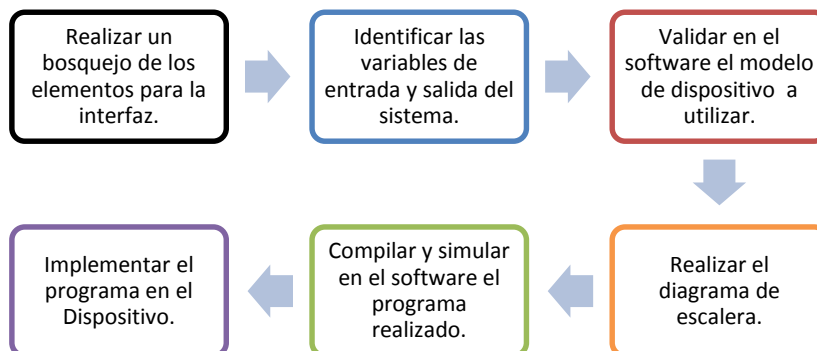


Figura 3. Etapas para la programación del dispositivo.

Ejemplo

Se desea construir una interfaz grafica en un dispositivo PLC+HMI que desarrolle una alarma visual con un temporizador, este temporizador puede ser reseteado y/o modificado, ver figura 4.



Figura 4. Bosquejo de la interfaz con el usuario.

Las variables de entrada para este programa son: botón de entrada, botón de paro botón de *reset* y edición del *timer*. Las variables de salida son: indicación visual de estado activo, indicación visual de que el *timer* llega a su cuenta, conteo del *timer*.

En la figura 5 se muestra la pantalla donde se deben especificar las características del dispositivo que se desea programar.

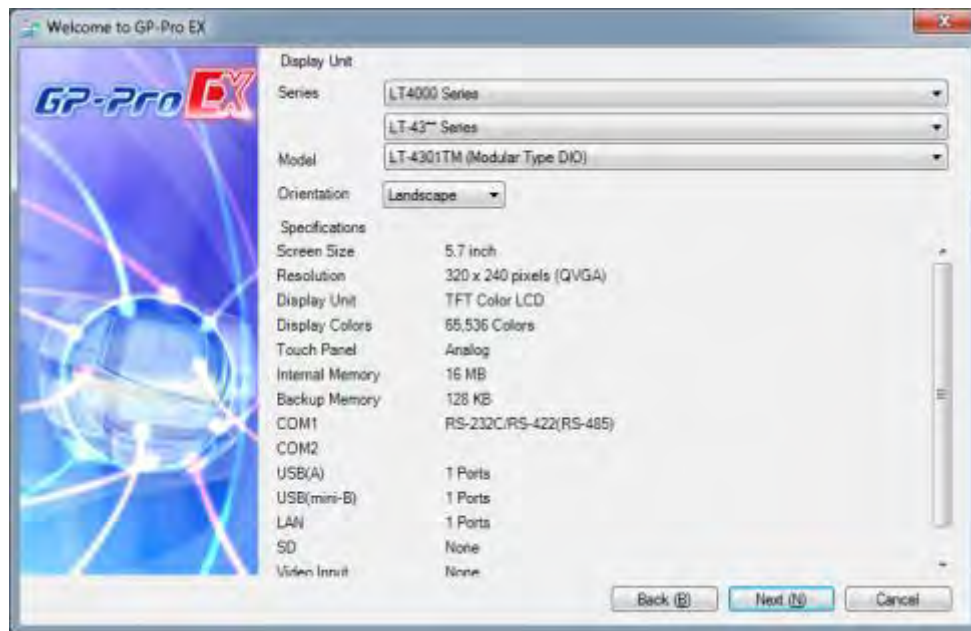


Figura 5. Validación del modelo de dispositivo a utilizar.

Una vez configurado el software para que reconozca el equipo a utilizar, se procede a realizar el diseño de la interfaz gráfica y de la programación en lenguaje de escalera, como se muestra en la figura 6.

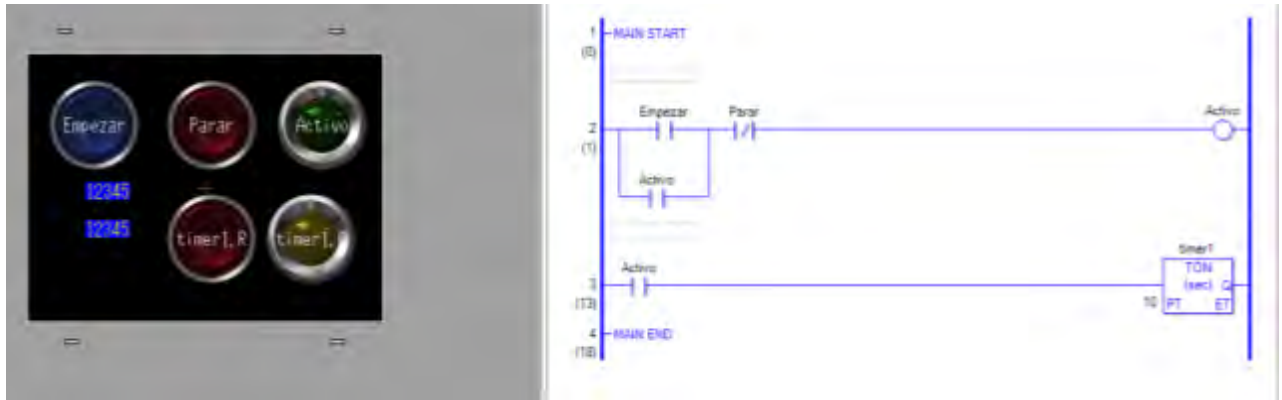


Figura 6. Diseño de la interfaz gráfica y del diagrama de escalera.

Una vez terminada la programación en lenguaje de escalera, se simula el programa realizado y se hacen las pruebas pertinentes como se muestra en la figura 7.

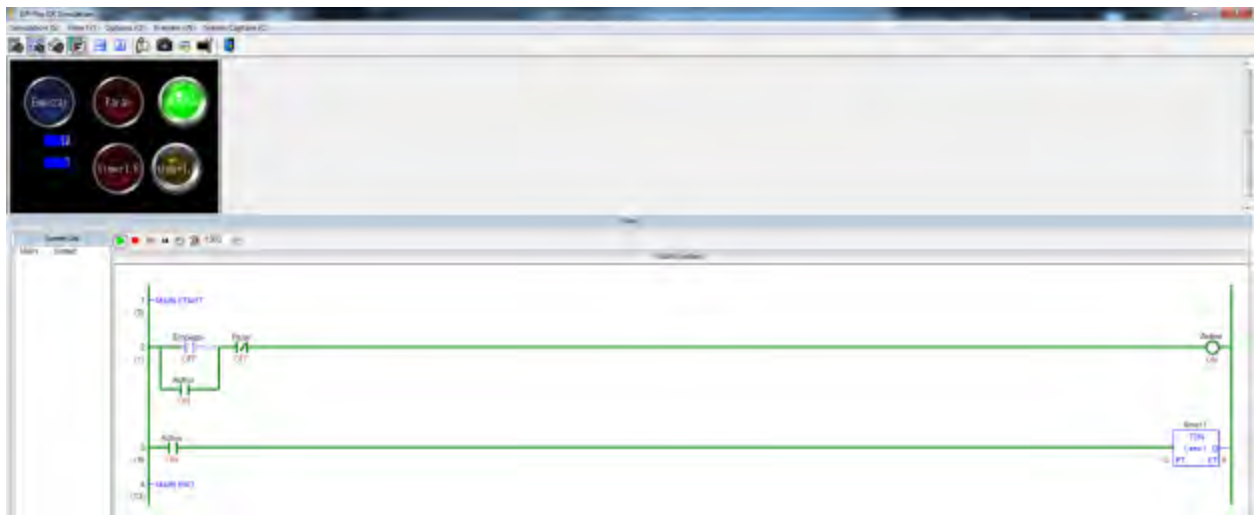


Figura 7. Simulación del programa realizado.

A continuación en la figura 8 se muestra la implementación en el dispositivo PLC + HMI.



Figura 8. Implementación del programa en el PLC+HMI.

Comentarios Finales

Como resultado se establece que un usuario con conocimientos básicos de PLC's siguiendo la metodología mostrada puede programar un dispositivo PLC+HMI con pantalla táctil de forma sencilla.

Conclusiones

Es importante que los usuarios tengan conocimientos previos de programación de PLC's con diagramas de escalera.

El seguimiento de los pasos desarrollados durante el trabajo garantizan que se puede implementar el programa en el dispositivo PLC+HMI, más no que solucionen un problema si la lógica establecida es incorrecta.

Recomendaciones

Los usuarios interesados en desarrollar con mayor profundidad programas para este tipo de dispositivos podrán generar aplicaciones más interesantes si vinculan sensores con el dispositivo PLC + HMI.

REFERENCIAS

- A GRAFCET-compiler methodology for C-programmed microcontrollers.* Bayó-Puxan, Oriol, y otros. 2008. Assembly Automation, - : Emerald, 2008, Vol. 28. ISSN 0144-5154.
- A PLC programming environment based on a virtual plan.* Park, Sang, Park, Chang y Wang, Gi-Nam. 2008. Journal of Advanced Manufacturing Technology, London : Springer-Verlag, 2008, Vol. 39. DOI 10.1007/s00170-007-1306-3.
- Álvarez Pulido, Manuel. 2004. *Controladores Lógicos*. Barcelona : Marcombo, 2004. ISBN 8426713475.
- Mandado Pérez, Enrique y Marcos Acevedo, Jorge. 2010. *Autómatas programables y sistemas de automatización*. Ciudad de México : Alfaomega, 2010. 9786077686736.
- Modelling and verification of program logic controllers using timed automata.* Wang, R, Song, X y Gu, M. 2007. 4, . : Institution of Engineering and Technology, 2007, Vol. 1. doi:10.1049/iet-sen:20070009.
- Norma ICE 61131-3. 2013. *Programmable controllers-Part 3: Programming languages*. . : ICE, 2013. ISBN 978-2-83220-661-4.
- Welandaer, Peter. 2012. *Integrated HMI/PLC Packages*. Control Engineering. 2012.

Implementación de un modelo de centro inteligente modular para la gestión del conocimiento en la UTCJ

MEE. Zacarías Salvador Lesso Rocha¹, MCO. Sueisen Ibeth Barraza Rojas²,
MC. José González Cereceres³ y MA. Adolfo Pedro Guzmán Ramírez⁴

Resumen—La implementación de los centros inteligentes para solucionar las carencias en la enseñanza en las universidades nos lleva a buscar nuevas estrategias y modelos que nos faciliten el aprendizaje, por medio de metodologías que desarrollen la iniciativa y el autoaprendizaje del alumno. Así como la falta de infraestructura y vinculación tecnológica con el sector productivo, se requiere: La Optimización de los recursos, humanos, tecnológicos y de Infraestructura existente en la UTCJ, Una de las soluciones que proponemos es la creación de Centros inteligentes modulares para la gestión del conocimiento.

Los centros educativos Inteligentes modulares son planteados con el objetivo de integrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación, para que las aulas y los laboratorios evolucionen, transformándose en centros inteligentes modulares, ya que con el software y hardware adecuados, los estudiantes podrán usar y controlar los recursos del aprendizaje, en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en colaboración, en forma presencial, o a través de una red intranet o del internet.

Palabras clave—centros inteligentes, tecnologías de la información, plataformas, CIM.

Introducción

Antecedentes

En la actualidad uno de los factores más importantes para el progreso y desarrollo de un país es el conocimiento y su capacidad para generarlo y aplicarlo en sus diferentes campos como el tecnológico, científico y el social.

Los países más desarrollados, basan su economía en el uso competitivo del conocimiento por medio de sus innovaciones tecnológicas. “Asistimos a la emergencia de un nuevo paradigma económico-productivo en el cual el factor más importante, no es ya la disponibilidad de capital, la mano de obra, las materias primas o la energía, sino el uso intensivo del conocimiento”.(Tunnermann & Chau, 2003).

En esta competencia tan globalizada, el principal instrumento del desarrollo es la educación, sobre todo la universitaria, la cual es una parte muy importante, en la transformación de las sociedades en la actualidad, sean desarrolladas o en vías de desarrollo, ya que ninguna sociedad está por encima de sus universidades, siendo estas las generadoras del progreso y del desarrollo.

Estas transformaciones dependerán del impulso que puedan darle a sus sociedades tradicionales, para convertirlas en sociedades del conocimiento, por medio de las tecnologías de la información y comunicación, creando nuevos paradigmas en las formas de aprender, enseñar, e innovar. Pasar del poder de enseñar al deseo de aprender (Cullen, 2001)

La educación evoluciona de un aprendizaje centrado en el profesor en el que lo enseña, al del aprendizaje centrado en el alumno en el que lo aprende; evolucionando de la acumulación de conocimientos al de una construcción de significados personal; de un conocimiento solo de saber, al de hacer algo con lo que se sabe. “La innovación es la base de la sociedad del conocimiento y uno de los motores de la globalización, para que el desarrollo social y humano sea sostenible, la innovación deberá regirse por valores éticos y morales” (Albornoz, 2002).

La mayoría de los desarrollos tecnológicos a la fecha, los han realizado las economías más desarrolladas, por las grandes inversiones que realizan en sus universidades en equipos de laboratorio para pruebas e investigación.

¹ MEE. Zacarías Salvador Lesso Rocha es Profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Chihuahua. zacarias_lesso@utcj.edu.mx (autor corresponsal)

² MC. Sueisen Ibeth Barraza Rojas es Profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Chihuahua. Suisen_barraza@utcj.edu.mx

³ MC. José González Cereceres es Profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Chihuahua. jose_gonzalez@utcj.edu.mx

⁴ MA. Adolfo Pedro Guzmán Ramírez es Profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Chihuahua. Adolfo_guzman@utcj.edu.mx

También el paradigma que impera sobre la innovación y el desarrollo, se puede cambiar con la implementación de centros inteligentes modulares, en las universidades de nuestros países en vías de desarrollo, ya que con las tecnologías de la información y comunicación, nos pueden ayudar a superar estos paradigmas y las restricciones de las carencias de aulas, personal y la adquisición de equipo.

La aplicación de los avances tecnológicos a la docencia y a la investigación, por medio de centros inteligentes modulares son la parte angular, para este cambio de paradigmas, ya que con ellos se regenera el proceso enseñanza – aprendizaje.

Objetivo general y objetivos específicos que persigue el proyecto

El objetivo general es tener un modelo, cuyo entorno de aprendizaje para la gestión del conocimiento, que permita al alumno poder acceder a los diferentes tipos de conocimiento, que lo motiven a aprender.

Objetivos específicos para el modelo

- Tendrá una memoria institucional, en donde se guardaran las mejores prácticas, preguntas y sus respuestas, y referencias de consulta.
- Podrá ser aplicable a cualquier dominio del conocimiento, tendrá contenidos que evolucionaran de acuerdo a las estrategias de enseñanza y que se adapten al comportamiento del alumno, fomentando los diferentes tipos de aprendizaje,
- Tendrá herramientas de apoyo a la enseñanza/aprendizaje basadas en los Sistemas Inteligentes Educativos (SIE).

Justificación

Lo que se pretende con los centros inteligentes es el de crear una cultura de Innovación, que estimule la investigación y el desarrollo, dando una gran contribución didáctica a la docencia, ya que los centros inteligentes modulares, debido a su complejidad precisan de ayuda inteligente ya que pueden realizar una gran diversidad de actividades, que serán instrumentos efectivos hacia la futura sociedad del conocimiento.

Con la aplicación de las Tecnología de la información y comunicación a los procesos de enseñanza y aprendizaje, los cambios en los modelos pedagógicos, se han visto plasmados en los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje, los cuales se apoyan en sistemas informáticos basados en el protocolo WWW, adaptando herramientas a las necesidades de la institución para las cuales se desarrollan o se implementan.

Estos sistemas reciben comúnmente el nombre de plataformas, las cuales algunas de ellas actualmente están estandarizadas, que permiten adaptaciones concretas, mientras que otras son completamente personalizadas.

Se implementara un CIM (Centro inteligente modular) para la gestión del conocimiento,

mediante el proyecto “Implementación de un modelo de un modelo de Centro inteligente modular para la gestión del conocimiento en la UTCJ”, que se realizará con la participación del cuerpo académico Ingenieros en las tecnologías de la información y comunicación, colaboradores y alumnos de la Universidad Tecnológica de Cd. Juárez, que aportarán su conocimiento y experiencia.

Descripción del Método

Metodología

El proyecto se realizara en tres etapas:

Primera etapa (Diseño):

En esta primera etapa se diseñara el CIM en función de las plataformas y software y equipo seleccionado, se adquirirá el equipo.

Se utilizaran las siguientes plataformas para la Gestión del aprendizaje (LMS) usaremos la plataforma Moodle, para la Gestión de contenidos (CMS) usaremos la plataforma Joomla, para la aplicación y la realización de las prácticas, se utilizarán las plataformas de NI, LabWIEW y ELVIS II.

Segunda etapa (Desarrollo):

En esta segunda etapa se elaboraran los Sistemas Inteligentes Educativos (SIE) tutoria y las prácticas en forma conjunta Universidad - NI-industria.

Tercera Etapa (Aplicación y evaluación) :

En esta tercera etapa se aplicara a los alumnos y se empezaran a evaluar, asi como la certificación de alumnos y del personal de la industria.

Se evaluaran sus resultados durante cada etapa, se organizarán talleres con mesas de trabajo en las cuales los participantes analizarán los temas abordados, se revisaran y generaran nuevas estrategias.

Al concluir el proyecto se efectuará una reunión final de trabajo en la cual se evaluaran los resultados obtenidos y se generaran las bases para implementación de otros centros inteligentes, así como la generación de estrategias que propicien el continuo fortalecimiento académico de las carreras en la universidad.

No se tiene en la actualidad una metodología normalizada, para desarrollar los centros inteligentes, pero se tienen los requisitos básicos que debe de cumplir un centro inteligente.

Resumen de resultados

En esta primera etapa, se consiguió el financiamiento, para su realización por medio del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), cuyo objetivo principal es la profesionalizar a los profesores de tiempo completo del nivel superior, para que alcancen las capacidades de investigación-docencia, desarrollo tecnológico e innovación y, con responsabilidad social, se articulen y consoliden en cuerpos académicos y con ello generen una nueva comunidad académica capaz de transformar su entorno.(PRODEP, 2014)

Con este proyecto cumplimos con el objetivo del Programa para el Desarrollo Profesional docente, por lo que el financiamiento para la realización de este proyecto, nos fue otorgado al cuerpo académico, Ingenieros en las tecnologías de la información y comunicación con la línea Ingeniería en las tecnologías de la información y comunicación de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico que cultiva el Cuerpo Académico.

Conclusiones

Los manuales, se elaboraran electrónicos, incluyen prácticas, tutoriales, videos y otras herramientas que enseñan temas de referentes a cada materia, incluyendo materias transversales que son iguales para cada carrera, usando el mismo hardware y software e de ahí su flexibilidad, ya que trabajara el usuario en una máquina virtual.

Con estas herramientas, los usuarios adquiriran el conocimiento en una forma más fácil, que les permitirá desarrollar su iniciativa así como su autoaprendizaje.

Otro de los resultados será que las prácticas estén vinculadas con la industria para su aplicación en su funcionamiento principalmente en sus pruebas finales de producción, en especial en empresas de ciudad Juárez, se les ofrecerá herramientas con funciones de manejo de base de datos que permitirán en tiempo real hacer sus análisis.

Referencias

- Alfred Breznik, Carlo Manfredini: "Emona DATEX Manual del usuario", Emona Los instrumentos de 2007
- Agilent U2752A USB matriz de conmutación modular - User's Guide Service y "Primer Edición, marzo de 2008
- Albornoz
- Barry Duncan: "Emona DATEX Lab Manual - Experimentos en analógico Modern & Digital de Telecomunicaciones, vol. 1 ", 2007
- Travis, Jeffrey. Kring, Jim. LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun, Third Edition. Prentice Hall. 2006
- Roncancio h., velasco. h. Una Introducción a Labview. Semana de Ingenio y Diseño. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". 2000
- Dormido S. "Control Learning: Present and Future" Annual Reviews in Control, vol. 28 (1), 2004 pp 115-136
- Calvo, I., Marcos, M., Orive D., Sarachaga I. "Building Complex Remote Laboratories", Computer Applications in Engineering Education, Accepted to be published in January 2008
- Calvo, I., López, F., Zulueta, E., Pascual, J. "Laboratorio de control remoto de un sistema de Ball & Hoop", XXIX Jornadas de Automática, JAT08, Tarragona, Septiembre, 2008, ISBN: 978-84-691-6883.-7
- Cassini, M.; Prattichino, D.; Vicino ; L.A.; Shor, A. "The Automatic Control Telelab: A User-Friendly Interface for Distance Learning", IEEE Transactions on Education, vol. 46, no. 2, May, 2003 pp. 252-257.

Cullen,

Sánchez, J.; Dormido, S.; Morilla, F. "A Java/MatLab-Based Environment for Remote Control System Laboratories: Illustrated with an Inverted Pendulum", IEEE Transactions on Education, vol. 47, no. 3, August, 2004 pp. 321-329.

Jugo, J., Sagastebeitia, I., Etxebarria, V. "Laboratorio de control en tiempo real via Internet usando herramientas open source", V Jornadas de Enseñanza via Internet/Web de la Ingeniería de Sistemas y Automática, EIWISA'07, Zaragoza, 2007

Franco, A. "Multimedia Materials for the Interactive Physics Course on the Internet", 2008 International Conference on Engineering and Mathematics, ENMA08, Bilbao, Julio 2008

Esquembre, F. Creación de Simulaciones Interactivas en Java. Aplicación a la Enseñanza de la Física. Pearson Prentice Hall Educación, 2005

Ros, I. (2008). Moodle, la plataforma para la enseñanza y organización escolar. Ikastorratza, e- Revista de Didáctica 2. ISSN: 1988-5911

Ollero, p. control and instrumentation of chemical processes síntesis, d.l.

Petru Cotfas, Doru Ursuțiu, Samoila C.: "Laboratorio virtual y virtual instrumentación, Internet es un vehículo para la enseñanza ", RILW Conferencia-2001, Editores N.Nistor y M.Jalobeanu, ISBN 973-99287-4-9, 2001

Profibus nutzerorganization e.v. 1999 profibus technical description. tech.

Sanchis, j., ramos, c., herrero, j. monitorización y control distribuido a través de internet. national instruments, 2000.

Travis, j. internet applications in labview. prentice-hall, 2000.

Tunnermann & Chau,

Wells, lisa k., travis, jeffrey. labview for everyone : graphical programming made even easier. prentice-hall, 1997.

Etxeberri, J.M. y J.A. Blanco Gorrichóa. "Un método óptimo para la extracción de proteínas del mero en Bilbao," *Revista Castellana* (en línea), Vol. 2, No. 12, 2003, consultada por Internet el 21 de abril del 2004. Dirección de internet: <http://revistacastellana.com.es>.

PRODEP, DIARIO OFICIAL (Cuarta Sección) Sábado 27 de diciembre de 2014

Puebla Romero, T., C. Dominguini y T. T. Micrognelli. "Situaciones inesperadas por el uso de las ecuaciones libres en la industria cocotera," *Congreso Anual de Ingeniería Mecánica*, Instituto Tecnológico y Científico Gatuno, 17 de Abril de 2005.

Washington, W. y F. Frank. "Six things you can do with a bad simulation model," *Transactions of ESMA*, Vol. 15, No. 30, 2007.

Wiley J. y K. Miura Cabrera. "The use of the XZY method in the Atlanta Hospital System," *Interfaces*, Vol. 5, No. 3, 2003.

Identificación del Modelado Matemático para el Diseño de Rutas en la Distribución Urbana de Mercancías de una Tienda Departamental

Ing. Sandra Gabriela López Alarcón¹, Dr. José Fernando Hernández Silva²,
Dra. Carmen Guadalupe López Varela³ y MC Lorenzo Pérez Vila⁴

Resumen—En este artículo se presentan los resultados de una investigación que tiene como objetivo el estudio del problema de diseño de rutas de distribución para una empresa mexicana líder en la comercialización de muebles para el hogar, con más de 1000 puntos de venta en sus diferentes formatos y tamaños. Debido a la complejidad del problema, se propone un método de solución basado en los modelos de programación lineal entera binaria. La implementación del modelo se plantea basándose en datos reales de la empresa, lo cual contribuirá a la toma eficiente de decisiones estratégicas que contribuyan a mejorar el desempeño de la operación logística de la empresa.

Palabras clave—Distribución, logística, optimización, redes, ruta.

Introducción

A nivel internacional se está de acuerdo con que la gestión logística se ha convertido en uno de los factores más importantes en la competitividad de una empresa, ya que puede determinar el éxito o el fracaso de la comercialización de un producto. La nueva realidad competitiva presenta un escenario en donde la flexibilidad, la velocidad de llegada al mercado y la productividad, serán las variables clave que determinarán la permanencia de las empresas en los mercados (Costa, Abreu, Machado & Coello, 2010).

Por su parte, Jaramillo (2013) señala que el diseño de rutas eficientes para vehículos que visitan un número importante de destinos es un factor crítico para la competitividad de muchas compañías, dado que, exceptuando el costo de adquisiciones, la transportación absorbe, en promedio, un porcentaje más alto de los costos de logística que cualquier otra actividad logística, Ballou (2004) establece que estos costos pueden encontrarse normalmente entre uno y dos tercios de los costos logísticos totales.

Lo mencionado anteriormente sirve como sustento para establecer la importancia de la realización de investigaciones que tengan como objetivo mejorar el desempeño logístico de las organizaciones, desarrollando metodologías que ofrezcan alternativas de solución a las empresas que enfrentan problemas de distribución y les permita traer consigo los beneficios asociados al uso eficiente de los recursos de transporte, como lo son la disminución en los costos de distribución y mantenimiento de los vehículos y el pago de horas-hombre.

Antecedentes

En el ámbito de competencia que caracteriza al siglo XXI, la logística industrial es usada por las compañías con el fin de generar ventajas competitivas. Dentro de este contexto son de vital importancia los procesos de distribución, por lo que el establecimiento de las rutas para vehículos de la manera más óptima ha generado un gran interés investigativo. Como resultado se han propuesto un sin número de modelos que abarcan este problema con el fin de mejorar el desempeño logístico de las empresas (Rocha, González & Orjuela, 2011). A continuación se presenta una revisión del estado del arte que contiene investigaciones que han contribuido a la evolución del diseño de rutas.

El problema del agente viajero (TSP, por sus siglas en inglés) fue introducido por Flood en 1956. El problema recibe éste nombre porque puede describirse en términos de un agente vendedor que debe visitar cierta cantidad de ciudades en un solo viaje, de tal manera que inicie y termine su recorrido en la ciudad origen; el agente debe determinar cuál ruta debe seguir para visitar cada ciudad una sola vez y regresar de tal manera que se minimice la distancia total recorrida (Applegate, Bixby, Chvátal & Cook, 2007; Rocha et al, 2011). La investigación realizada por Dantzig & Ramser (1959) sucede a la de Flood (1956), donde describen una aplicación real del TSP a través de la entrega de gasolina a estaciones de servicios y proponiendo su formulación matemática.

En 1964, Clarke y Wright propusieron el primer algoritmo que resulto efectivo para resolver la formulación matemática de Dantzig y Ramser (1959), este algoritmo permitió encontrar mejores resultados en diversos casos donde fue aplicado, siendo así como se dio comienzo a importantes investigaciones y trabajos en el área del ruteo de

¹ Sandra Gabriela López Alarcón es Estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Culiacán, Sinaloa. sgla_84@hotmail.com (autor correspondiente)

² Dr. José Fernando Hernández Silva es Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Culiacán, Sinaloa. fhernandez@itculiacan.edu.mx

³ Dra. Carmen Guadalupe López Varela es Profesora Investigadora del Instituto Tecnológico de Culiacán, Sinaloa. cglopez_it@gmail.com

⁴ MC Lorenzo Pérez Vila es Profesor del Instituto Tecnológico de Culiacán, Sinaloa. perez_vila@hotmail.com

vehículos donde una gran cantidad de métodos han sido propuestos para su resolución. Estos métodos incluyen tanto algoritmos exactos, heurísticas y metaheurísticas (Daza, Montoya & Narducci, 2009; Olivera, 2004).

De los trabajos publicados en la última década, se pueden mencionar investigaciones como la desarrollada por Montoya (2009), quien presenta la resolución del problema de diseño de redes de producción-distribución para una empresa multinacional colombiana, donde el objetivo es diseñar una eficiente red de distribución para China y Europa, que minimice el costo y permita satisfacer de forma óptima la demanda de cada uno de los puntos de consumo. Dada la complejidad de la red, el autor plantea un enfoque de resolución jerárquico en tres fases basado en la construcción y resolución de modelos de programación lineal binaria.

Por su parte, Lim, Hong, Ramli, & Khalid, (2013) presentan una mejora al método búsqueda de tabú, llamándolo búsqueda de tabú dinámica, ésta mejora ajusta dinámicamente el tamaño de la lista de tabú. El método es aplicado al TSP simétrico y fue probado en 7 problemas de otros investigadores. Los resultados y su comparación con otras investigaciones muestran que el algoritmo provee una mejor solución que la búsqueda de tabú clásica.

Por otro lado, Pérez, Jaramillo, Parra, & Moreno (2010) presentan un método basado en elementos del pensamiento sistémico, para solucionar instancias del TSP, el cual es comparado en términos de eficacia y eficiencia con “vecino más cercano”, “inserción más barata”, “2-intercambio” y “ramificación y acotamiento”. Como resultado, se obtiene un método para resolverlas, conformado por tres heurísticas misionales (vecino más cercano, sacrificio cortoplacista y traslado LIFO) y una de apoyo llamada búsqueda derecha 4P4. En los resultados, la tetraheurística sistémica se destaca en la solución arrojada y en el tiempo computacional consumido.

Wang, Zhou, Zhao & Xia (2012), exploran una variación del método de colonia de hormigas denominado multi-colonia de hormigas, enfocado a la solución de problemas de optimización combinatoria. De inicio, el procedimiento de búsqueda de la solución se realiza de manera interna en la colonia, siguiendo las mismas reglas del método tradicional, hasta que después de un tiempo definido no es posible encontrar una mejor solución. Después, la búsqueda se realiza interactuando con otras colonias, hasta construir un mejor camino para cada hormiga. Los resultados de la investigación muestran que el método propuesto proporciona una mejor solución.

Por su parte, Li & Gong (2003) exploran otra variación del algoritmo de colonia de hormigas aplicado al TSP, esta variación es llamado colonia de hormigas dinámica. En la investigación, se simula el comportamiento real de las hormigas, considerando también la información obtenida de otras hormigas. El algoritmo utiliza un factor de decaimiento feromonal dinámico, este factor tiene una relación con la intensidad de la feromona y previene que ésta crezca exponencialmente. Para acelerar los cálculos, el algoritmo propuesto permite a la mejor y peor hormiga actualizar la ruta. Los experimentos computacionales realizados, muestran que el algoritmo propuesto permite obtener mejores resultados que el clásico algoritmo de colonia de hormigas.

Duan & Yu (2007) resaltan la robustez de la optimización bajo colonia de hormigas y su facilidad para integrarse con otros métodos. Los autores combinan el algoritmo de colonia de hormigas con algoritmos meméticos. Al final proponen un nuevo enfoque y lo prueban para un TSP de 51 ciudades, mostrando eficacia y viabilidad práctica.

Carrabs, Cordeau & Laporte (2007) enfocan su investigación en el TSP con recolección y entrega de artículos y restricciones de carga y descarga LIFO (últimos en entrar, primeros en salir). En este problema se agregan restricciones de precedencia que incorporan la política LIFO al cargar y extraer la mercancía. Proponen tres operadores de búsqueda local, los cuales se incorporan a la heurística de búsqueda de entorno variable, obteniendo resultados satisfactorios en comparación con el método de prueba tipo búsqueda entorno variable descendente.

Arya, Goyal & Jaiswal (2014) abordan el TSP múltiple, donde uno o más vendedores pueden ser considerados en la solución. La investigación propone como método de búsqueda una metaheurística llamada algoritmos genéticos modificados, el cual opera sobre una población P de soluciones codificadas, llamadas individuos. Para cada individuo $i \in P$ se define una función de fitness $f(i)$ de modo que cuanto mayor es el fitness de un individuo, mejor es la solución que éste representa. En cada iteración se aplican operadores evolutivos que combinan y modifican a los individuos de la población, creando una nueva. Los resultados de la investigación comprueban que el algoritmo propuesto permite obtener mejores resultados en un menor tiempo computacional, comparado con el original algoritmo genético.

Snyder y Daskin (2006) tratan el TSP generalizado, en el que existen grupos predefinidos y el viajero debe visitar al menos un nodo en cada uno, minimizando el costo total del viaje. Presentan una heurística que combina algoritmos genéticos de llaves aleatorias con una búsqueda local. Concluyen que la heurística propuesta es competitiva en calidad y eficiencia, en comparación con cuatro heurísticas y un algoritmo exacto.

Ohlmann y Thomas (2007) orientan sus esfuerzos hacia el TSP con ventana de tiempo. Usan una variante del recocido simulado, denominada compressed-annealing, la cual relaja las restricciones de ventanas de tiempo e incorpora un método de penalización de variable asociado al concepto de presión. El método resulta satisfactorio hasta con 200 ciudades.

Saad, Nurhadani, Jaafar, & Jamil (2013) propone un método exacto llamado algoritmo de ramificación y acotamiento y una estrategia de búsqueda llamada breadth-first-search para el TSP y TSP múltiple. El algoritmo genera la primera ruta de manera aleatoria y calcula su distancia total. Después, es aplicado el método húngaro para encontrar la ruta óptima. Finalmente, la ruta con una asignación aceptable es ramificada incluyendo otras restricciones. El proceso se repite y se detiene hasta que la ruta óptima es encontrada. La solución proporcionada por el algoritmo para un TSP múltiple sólo proporciona un óptimo local basado en la solución inicial. El procedimiento es capaz de salir del óptimo local y encontrar el óptimo global al iniciar con diferentes soluciones iniciales.

Miranda (2012) en su tesis doctoral utiliza el enfoque de programación entera para el TSP dependiente del tiempo, abordando dos de las variantes de este problema mediante la formulación de modelos de programación lineal entera, una variante asume que el tiempo de viaje depende de la posición del arco en el circuito mientras la otra asume que depende del instante en el que se comienza a atravesar el arco. Para cada formulación se realiza un estudio teórico enfocado en derivar familias de desigualdades válidas que exploten las características particulares del problema y se desarrollan algoritmos exactos de tipo ramificación y corte que incorporan las familias de desigualdades válidas, las cuales fueron evaluadas considerando instancias propuestas por investigaciones anteriores, obteniendo buenos resultados que muestran que ambos enfoques son factibles para ser utilizados en la práctica.

Para concluir, Sergeev (2009) inicia con la introducción de una investigación de él mismo, donde propone una solución para el TSP simétrico en un polinomial número de pasos, donde dicho problema no fue resuelto completamente, es por ello que se retoma en este artículo donde se propone un algoritmo exacto para su solución. El problema es resuelto con el método de ramificación y acotamiento, a través del optimal 2-matching problem, no como una solución óptima, sino como una manera rápida de obtener cotas menores. Finalmente el autor encuentra una solución eficiente en un polinomial número de iteraciones.

Descripción del Problema

La distribución de productos terminados desde los depósitos a los clientes es un problema práctico y desafiante en la gestión logística (Muñoz, Mora, & Aníbal, 2009). Mejores decisiones de enrutamiento y programación puede dar como resultado un mayor nivel de satisfacción del cliente debido a que más clientes pueden ser atendidos en un tiempo más corto, logrando un aumento en el rendimiento de sus recursos de transporte, no obstante, hoy en día no es extraño encontrar empresas que resuelvan el problema de ruteo de vehículos a través de la experiencia del administrador (Bowersox, 2007; Ho, Ho, Ji, & Lau, 2008).

La empresa estudiada sigue confiando parte importante de su operación logística en el sentido común y experiencia de sus trabajadores, al delegar la responsabilidad del diseño de las rutas de distribución a sus administradores y choferes, lo cual no garantiza el uso eficiente de sus recursos y pone en riesgo los costos variables asociados a la operación del equipo de transporte (mano de obra, combustible y mantenimiento) (Josefowicz, Semet, & Talbi, 2007).

Derivado de lo anterior, el objetivo del estudio es el identificar el modelado matemático representativo de la empresa para el diseño de rutas óptimas, que minimicen la distancia total recorrida por los vehículos durante la distribución urbana de la mercancía. Del objetivo general se desprenden los siguientes objetivos particulares: a) caracterizar el problema y las necesidades del centro de distribución, y b) identificar la herramienta que permita ofrecer una solución en tiempos de ejecución computacionales que hagan factible su implementación en la práctica.

Método y materiales

Contexto del caso de estudio

La empresa tiene ubicados sus puntos de venta en la ciudad de Culiacán. Los clientes se encuentran ubicados en diversas zonas de la ciudad y representan para el centro de distribución la visita promedio diaria de 250 domicilios que son atendidos por su flotilla de vehículos.

Diseño propuesto

Se utiliza un diseño pre-experimental, primero se toma una medición para conocer el dato inicial antes de aplicar la herramienta de solución y después se aplica la herramienta para tomar otra medida (la medida post). La comparación del antes y después explicar el efecto o impacto de la herramienta. El sujeto de estudio son las rutas recorridas por los vehículos, la variable independiente son las técnicas de optimización utilizadas para el diseño de rutas y la variable dependiente es la distancia total recorrida por cada vehículo.

Población

Para este proyecto de investigación se tiene como unidad de análisis la distancia (en kilómetros) recorrida en la ruta por el vehículo. La distancia es el resultado de la sumatoria de los kilómetros recorridos desde la salida del vehículo del centro de distribución, hasta su regreso, después de haber visitado cada uno de los domicilios asignados. La

población es constituida por la ruta diaria de una flotilla de vehículos destinada a la entrega de productos en el domicilio de los clientes de lunes a sábado.

Materiales

Los materiales necesarios para llevar a cabo la metodología son los siguientes: odómetro, cronometro, bombas de gasolina para calcular el rendimiento del vehículo en litros/kilometro, Google Maps™ para el cálculo de la distancia entre dos puntos, Microsoft Office™, la información de las rutas definidas para los vehículos y el software CPLEX™ para la solución del modelo matemático.

Procedimiento

El procedimiento propuesto para el desarrollo de la investigación se puede resumir en 6 pasos:

1. Planteamiento del problema: Definir el objetivo de la investigación y las restricciones de acuerdo a las necesidades o características de la empresa que se tiene como objeto de estudio.
2. Obtención y análisis de la información: Obtener la información (nombre, domicilio, número de artículos y ubicación geográfica) de los clientes que serán atendidos en la ruta que será analizada.
3. Cálculo de distancias: Elaborar una matriz de distancias con los puntos de reparto que se deben de considerar dentro de la ruta. Para el cálculo de las distancias, la ubicación geográfica de los clientes y del centro de distribución es importada a Google Maps™, para posteriormente calcular las distancias entre ellos
4. Formulación del modelo matemático: Traducir el planteamiento del problema a relaciones matemáticas que represente la situación de la empresa en estudio.
5. Solución del modelo: Desarrollar el algoritmo correspondiente al modelo matemático para su ejecución en el programa CPLEX™.
6. Validación del modelo: Realizar una comparación de los resultados obtenidos con el sistema real y los obtenidos con el modelo propuesto. Una vez definida la ruta que será estudiada, el procedimiento para la validación del modelo es el siguiente:
 - a. Acompañar al chofer de la ruta durante su jornada laboral, donde su primera actividad es el trazado de la ruta para posteriormente realizar la carga de diésel al vehículo. Es importante registrar la cantidad de litros que es suministrada al vehículo el día de la ruta, así como la cantidad suministrada previo al inicio de la siguiente ruta para realizar el cálculo del rendimiento que se tiene de kilómetros por litro.
 - b. Registrar el número de kilómetros indicados por el odómetro del vehículo, al inicio de la ruta y al finalizarla, con la intención de conocer la cantidad de kilómetros recorridos, así como iniciar con el registro del tiempo en el cronometro, para conocer el tiempo total del recorrido.
 - c. Durante la ruta plasmar en un croquis de la ciudad el recorrido del vehículo, desde la salida del centro de distribución, pasando por cada uno de los domicilios, hasta el regreso del vehículo al punto de partida.
 - d. Analizar la información obtenida durante el recorrido y plasmar las conclusiones (kilómetros recorridos, rendimiento de kilómetros por litro, tiempo total del recorrido y ruta seguida por el chofer).
 - e. Diseñar la ruta con el modelo matemático definido y la información correspondiente a la ruta estudiada, para obtener la ruta propuesta y los kilómetros a recorrer.
 - f. Con la información de la ruta propuesta por el modelo matemático, repetir los pasos a, b, c y d.
 - g. Desarrollar una tabla comparativa entre la ruta recorrida por el chofer y la ruta propuesta por el modelo, que permita valorar la efectividad del algoritmo.

Modelado Matemático

La utilización de métodos exactos para la resolución del problema de diseño de rutas, tales como los utilizados en el software comercial CPLEX™, involucra como primer paso contar con una formulación del mismo que permita su modelado en ese entorno de trabajo. A continuación se describe una formulación básica para el diseño de rutas empleando variables binarias con doble subíndice, x_{ij} , que asumen el valor 1 si el arco (i,j) es recorrido por un vehículo en la solución óptima y el valor 0 en caso contrario. El número de tales variables es del orden $n!$ para un problema de ruteo que deba atender exactamente a n clientes.

Sea $G=(V,A)$ un grafo completamente conectado y dirigido, en el cual $V=\{0,1,\dots,n\}$ es el conjunto finito de vértices y A el conjunto finito de parejas ordenadas (arcos) que conectan los vértices. Los vértices $i = 1, \dots, n$ corresponden a los clientes geográficamente dispersos, mientras que el nodo 0 está asociado al depósito. El costo asociado al recorrido de un arco cualquiera (i,j) viene dado por los elementos de una matriz C . El problema del diseño de rutas formulado como un problema de programación lineal entera binaria, puede entonces ser escrito como:

(1)

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \quad i, j \in v; i \neq j$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 \quad i, j \in v; i \neq j \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ji} = 1 \quad i, j \in v; i \neq j \quad (3)$$

$$\sum_{i \in v} \sum_{j \in v} X_{ij} \leq |S| - 1 \quad S \subset v, |S| \geq 2; i \neq j \quad (4)$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in v \setminus S} X_{ij} \geq 1 \quad i \neq j; S \subset v, r \in S \quad \text{Para un arreglo } r \in v \quad (5)$$

$$X_{ij} \in \{0, 1\} \quad i \in v, j \in v \quad (6)$$

Donde la función objetivo (1) es minimizar la distancia total recorrida por el vehículo. Las restricciones (2) y (3) garantizan que sólo un arco entra y deja cada vértice del grafo G. La restricción (4) elimina las subrutas, esto es recorridos que no comiencen y terminen en el depósito visitando sólo una vez cada nodo. La restricción (5) asegura la conectividad dentro de la ruta, mientras la restricción (6) establece variables binarias.

Comentarios Finales

Resumen de resultados y conclusiones

En este trabajo se estudió la distribución de mercancía para una tienda departamental, donde hoy en día, a pesar de que diversos autores exponen cómo mejores decisiones de enrutamiento pueden dar como resultado un mayor nivel de satisfacción al cliente (Bowersox, 2007; Ho, Ho, Ji, & Lau, 2008), no es extraño encontrar empresas que continúen resolviendo el problema de ruteo de vehículos a través de la experiencia de sus operadores.

Los resultados de la investigación permiten concluir que el centro de distribución estudiado es un ejemplo de empresas que siguen confiando parte importante de su operación logística en el sentido común y experiencia de sus empleados, al delegar la responsabilidad del diseño de rutas de distribución a sus administradores y choferes, lo cual no garantiza el uso eficiente de sus recursos y pone en riesgo los costos variables asociados a la operación del equipo de transporte, como lo son pago de mano de obra, consumo de combustible y costos de mantenimiento.

La investigación propone una metodología basada en un diseño explicativo, la cual plantea el diseño de una alternativa de solución para el problema de ruteo de vehículos, donde la aplicación de la herramienta de optimización permitirá determinar si funciona o no en la realidad, además de determinar en qué grado impacta a la distancia total recorrida por cada vehículo. Con esta metodología se explica como la manipulación de una variable independiente (la herramienta de solución) puede afectar o mejorar la realidad.

Los resultados de la investigación permitieron caracterizar a través de razones matemáticas la realidad y necesidad de la empresa en estudio, de tal manera que fuera posible proponer una metodología e identificar un modelo general, que juntos proporcionen una alternativa de solución para el diseño de rutas.

Recomendaciones

Podríamos sugerir que existe un abundante campo sin explorar en lo que se refiere al diseño de rutas, dado que en la actualidad la distribución de productos terminados desde los depósitos a los clientes es un problema práctico y desafiante en la gestión logística.

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación tienen un amplio campo de acción, debido a que las condiciones varían de un lugar a otro, los objetivos y las limitaciones encontradas en la práctica son muy variables, de tal manera que las características y necesidades de las diferentes empresas convierten cada

investigación en un proyecto único, hecho a la medida de la situación estudiada. Es por ello que se considera imprescindible la realización de más investigaciones como la que se propone en este documento, que tengan como objetivo mejorar el desempeño logístico de las organizaciones, desarrollando metodologías de solución que ofrezcan alternativas a las empresas que enfrentan problemas de distribución y les permita traer consigo beneficios asociados al uso eficiente de sus recursos.

Por parte de esta investigación se continuará con la traducción de las características y necesidades de la empresa en relaciones matemáticas que serán codificadas para su ejecución en el software CPLEX™, que permita obtener las rutas idóneas para cada uno de los vehículos de la empresa.

Referencias

- Applegate, D., Bixby, R. Chvátal, V. & Cook, W. (2007). *The Traveling Salesman Problem*. Estados Unidos: Princeton University Press.
- Arya, V., Goyal, A. & Jaiswal, V. (2014). An optimal solution to multiple travelling salesperson problem using modified genetic algorithm. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, 3, pp.425-430.
- Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.
- Bowersox, D., Closs, D. & Cooper, B. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros*. México: McGraw-Hill.
- Carrabs, F., Cordeau, J. & Laporte, G. (2007). Variable neighborhood search for the pickup and delivery traveling salesman problem with LIFO loading. *INFORMS Journal on computing*, 19, pp.618-632.
- Costa, Y., Abreu, R., Machado, C. & Coello, N. (2010). Asistencia decisional en el proceso de optimización para el enrutamiento de vehículos. *Industrial*, XXXI, pp.3-7.
- Dantzig, G. & Ramser, J. (1959). The truck dispatching problem. *Management Science*, 6, pp. 80-91.
- Daza, J., Montoya, J. & Narducci, F. (2009). Resolución del problema de enrutamiento de vehículos con limitaciones de capacidad utilizando un procedimiento meta heurístico de dos fases. *EIA*, 12, pp.23-38.
- Duan, H. & Yu, X. (2007). Hybrid ant colony optimization using memetic algorithm for traveling salesman problem. *Approximate Dynamic Programming and Reinforcement Learning, 2007. ADPRL 2007. IEEE International Symposium on*, pp.92-95.
- Ho, W., Ho, G. Ji, P. & Lau, H. (2008). A hybrid genetic algorithm for the multi-depot vehicle routing problem. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 21, pp. 548-557.
- Jaramillo, J. (2013). Algoritmo memético para resolver el problema de enrutamiento de vehículos con capacidad limitada. *EIA*, 10, pp.13-22.
- Josefowicz, N., Semet, F., & Talbi, E. (2007). Multi-objective vehicle routing problems. *European journal of operational research*, 189, pp.293-309.
- Li, Y. & Gong, S. (2003). Dynamic ant colony optimisation for TSP. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 22, pp.528-533.
- Lim, Y., Hong, P., Ramli, R. & Khalid, R. (2013). Modified reactive tabu search for the symmetric traveling salesman problems. *AIP Conference Proceedings*, 1557, pp.505-509.
- Miranda, J. (2012). *Integer programming approaches to the time dependent travelling salesman problem* (Tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Montoya, J. (2009). Resolución del problema de diseño de redes de producción-distribución internacionales para una empresa multinacional colombiana. *Pensamiento y gestión*, 27, pp. 105-131.
- Muñoz, Z., Mora, R. & Aníbal, L. (2009). *Dictionary of logistics and international busines*. Colombia: Ecoe.
- Ohlmann, J. & Thomas, B. (2007). A compressed-annealing heuristic for the traveling salesman problem with time windows. *INFORMS Journal on Computing*, 19, pp.80-90.
- Olivera, A. (2004). *Heurísticas para problemas de ruteo de vehículos*. Diciembre 28, 2014, de Universidad de la República, Uruguay. Sitio web: www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/reptec/TR0408.pdf
- Pérez, J., Jaramillo, G., Parra, C. & Moreno L. (2010). Tetraheurística sistémica para el problema del agente viajero. *Ingeniare*, 18, pp. 187-202.
- Saad, S., Nurhadani, W., Jaafar, W. & Jamil, S. (2013). Solving standard traveling salesman problem and multiple traveling salesman problem by using branch-and-bound. *AIP Conference Proceeding*, 1522, pp. 1406-1411.
- Sergeev, S. (2009). The Symmetric Travelling Salesman Problem I. New Fast Lower Bounds for the Problem of Optimal 2-Matching. *Automatika i Telemekhanika*, 11, pp. 148-160.
- Snyder, L. & Daskin, M. (2006). A random-key genetic algorithm for the generalized traveling salesman problem. *European Journal of Operational Research*, 174, pp.38-53
- Wang, R., Zhou, X., Zhao, L. & Xia, Z. (2012). A multi-colony ant system for combinatorial optimization problem. *International journal of computational intelligence & applications*, 11, pp.12500121-12500128.

CONDICIONES DEL APRENDIZAJE EN LOS SISTEMAS DE EDUCACION A DISTANCIA

Dr. Francisco Javier López Benavides¹, M.C. María Concepción Fuentes Morales²,
Lic. Guadalupe Castro Rodríguez³ y M.C. Armando Lerma Flores⁴

Resumen— Los sistemas educativos a distancia, mayormente, son considerados como extensiones del sistema educativo presencial, para una mayor cobertura de la demanda y optimización de infraestructura, aplicando técnicas y materiales del presencial, principalmente por el uso de las TIC'S. Poco se aborda sobre las condiciones de aprendizaje necesarias para este tipo de sistema, de la necesidad de apoyo en general que los usuarios de este sistema demandan para el logro de sus objetivos y metas. Para mostrar las diferencias a considerar, se presentó un análisis descriptivo-comparativo entre el modelo de aprendizaje pedagógico (presencial) y el modelo de aprendizaje andragógico (a Distancia), destacando las condiciones a considerar de este último. Lo anterior permitió evaluar mejor los requerimientos para este sistema. Permitiendo a su vez generar además de una adecuada planeación y organización, las actividades y materiales de apoyo a este sistema, dando como resultado la generación de ambientes alternativos de aprendizaje.

Palabras clave— Educación, Andragogía, Pedagogía

Introducción

La educación a distancia en la actualidad, es un importante mecanismo de enlace entre las instituciones de educación superior y los diferentes sectores, en especial el productivo de bienes y servicios, dado que permite formar, actualizar, especializar y /o capacitar a profesionistas y técnicos, ofreciendo altos niveles de competencia que responden a las diferentes transformaciones de la sociedad, no sólo en México, sino en el mundo entero. Así mismo fortalece sus nexos con los diferentes sectores y con la sociedad en general, proporcionando recursos para apoyar programas educativos y retroalimentar a la institución en su quehacer educativo, resultando en el diseño de modelos técnico-andragógicos y técnico-pedagógicos pertinentes, actuales y que satisfagan la demanda educativa de la sociedad. El origen de esta modalidad se basa en el modelo andragógico, usado inicialmente en la educación para adultos, evolucionando a la educación continua y finalmente en los sistemas a distancia. Como antecedentes inmediatos se pueden reconocer dos factores o fenómenos: La tecnología y la ideología. El uso de las diferentes técnicas de la información y comunicación, origina que esta nueva forma educación evolucione rápidamente. El carácter ideológico se enfoca a la democratización de la enseñanza y la justicia social frente a las desigualdades educativas, así como dar mayor cobertura, en extensión y calidad. A fin de diferenciar la pedagogía de la andragogía, se define: El término Andragogía se deriva de 2 palabras griegas: Anere = Adulto y Agocus = Conductor de la enseñanza. Diferenciándose de pedagogía, derivado del griego: Paidos = Niños y Agein = Guiar. De aquí que la andragogía, utilizada para la educación, se enfoca principalmente a la educación de adultos.

Descripción del Método

La teoría más importante que sustenta el aprendizaje de adultos es la teoría de las operaciones dialécticas de Riegel, la cual presenta un modelo de pensamiento maduro que difiere fundamentalmente del modelo que se describe en la teoría de Piaget, en el cual los procesos y estructuras de pensamiento del adolescente cognitivamente conforman el modelo de lógica formal. El pensamiento lógico incluye la capacidad de abstraer las variables incluidas en un problema, y la capacidad de poner a prueba sistemáticamente todas las combinaciones posibles de estas variables, incluyendo controles adecuados, con el objeto de determinar la causa o una solución para el problema. Esto incluye pensamiento hipotético deductivo, que es abstracto y tiene que ver con las soluciones de problemas. La teoría de las operaciones dialécticas retrata un tipo de pensamiento que da por resultado el descubrimiento de preguntas y problemas importantes más que la determinación de respuestas. En el proceso de pensamiento dialéctico, el pensamiento abstracto, es decir, las ideas y conceptos, se reúne con la realidad concreta y la experiencia. De esta reunión surgen contradicciones que se convierten en las dinámicas o fuerzas motivacionales del pensamiento

¹ El Dr. Francisco Javier López Benavides es profesor del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez
fcolopez2000@yahoo.com.mx (autor corresponsal)

² La M.C. María Concepción Fuentes Morales es profesora del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez cfuentes@itcj.edu.mx

³ La Lic. Guadalupe Castro Rodríguez es profesora del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez ma_gpe_castro@hotmail.com

⁴ El M.C. Armando Lerma Flores es profesor del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez armando.lerma@jci.com

dialéctico, porque cuando uno piensa dialécticamente las contradicciones se toleran y se generan procesos de pensamiento. El pensamiento más eficaz del adulto y el tipo de pensamiento que tiene un mayor desarrollo, ya sea en búsquedas científicas o en relaciones sociales y personales, no es aquel que proporciona respuestas inmediatas, sino el que descubre las preguntas importantes y/o plantea los problemas importantes. Así pues, puede decirse que el pensamiento formal operacional trata de eliminar contradicciones y como consecuencia, solucionar un problema o contestar una pregunta. Mientras que el pensamiento dialéctico operacional trata de tolerar la contradicción y usar la tensión entre dos ó más explicaciones contradictorias como una fuerza creativa que permite el descubrimiento de nuevas preguntas y problemas. El pensamiento eficaz durante los años adultos exige la reunión de teoría y práctica antes que la alineación o abstracción del pensamiento.

A fin de lograr una planeación adecuada de los sistemas a distancia, es importante, aplicar la andragogía, a partir de la base de cuatro elementos fundamentales como se muestra en la figura 1:

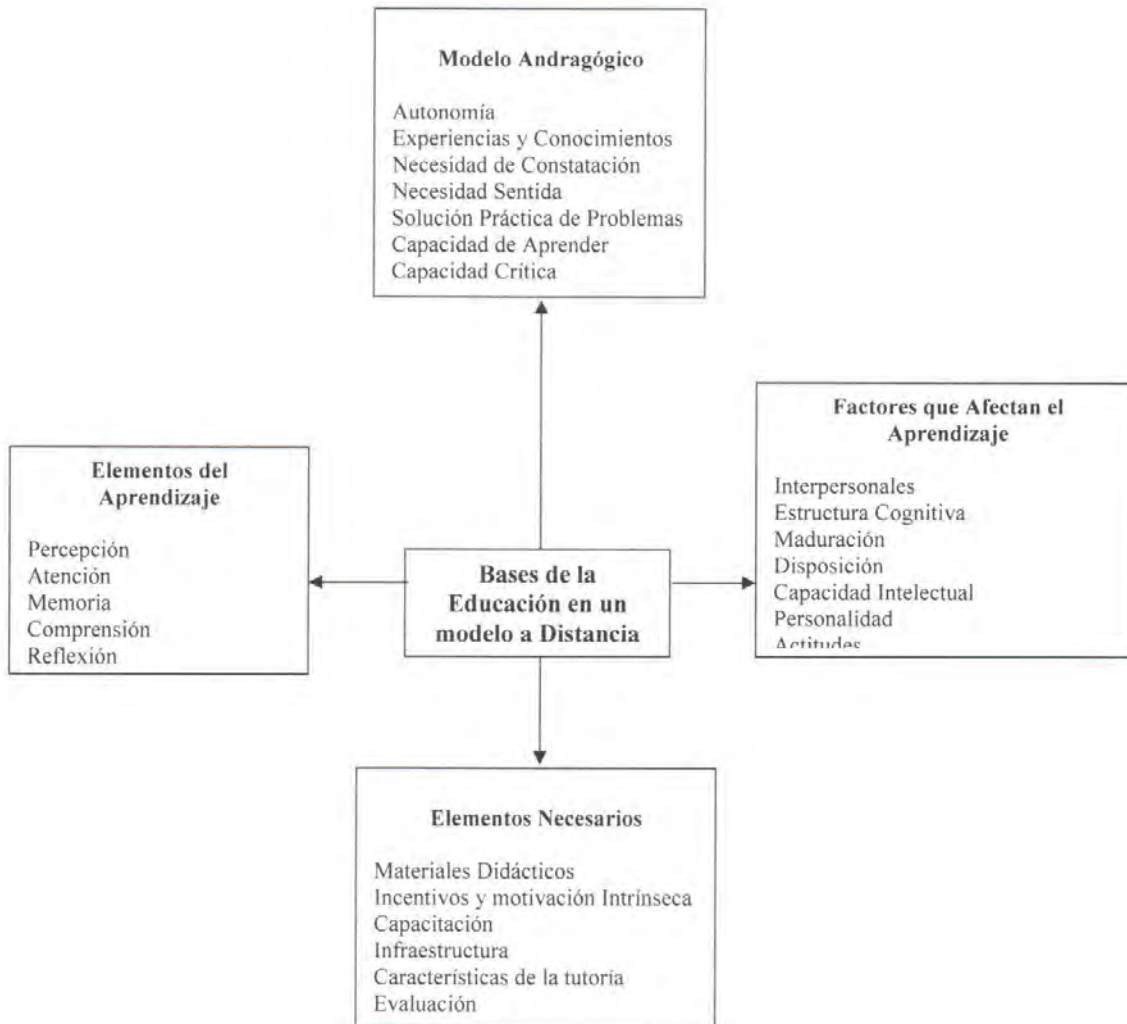


Figura 1.- Elementos fundamentales de un sistema de educación a distancia

El Modelo andragógico: El cual nos muestra que debemos considerar en el estudiante como persona adulta, los siguientes puntos: a).- Autonomía.- La persona adulta desarrolla una profunda necesidad psicológica de que los demás lo perciban como un ser que se dirige a sí mismo. b).- Experiencias y conocimientos.- Cada adulto posee un caudal de conocimientos y habilidades que son producto tanto de sus estudios formales como fruto de su experiencia. Por tanto, cualquier modelo educativo que ignore o devalúe la experiencia será percibido como un rechazo a la propia identidad. c).- Necesidad de Constatación.- El adulto tratará de conciliar el contenido del programa con sus propias experiencias por tanto llevará a cabo una introspección profunda y creará un silencio

interior, que le permita constatar la información recibida. Si percibe que, el nuevo conocimiento le es útil y le sirve, entonces estará en disposición de aceptarlo. d).- La clave para aprender es la necesidad sentida.- Los adultos sólo están dispuestos a esforzarse por atender las cosas que necesitan para desarrollarse eficazmente en sus funciones. e).- Solución práctica de problemas.- El adulto tiende a mostrar una orientación centrada en la solución práctica de problemas, existe el deseo de aplicar mañana lo aprendido hoy.

f).- Capacidad de aprender.- El adulto es más selectivo en aquello que le es importante. La personalidad tiene un crecimiento gradual, cuando el nuevo aprendizaje se le presenta, lo tomará si esta en congruencia con su necesidad de desarrollo personal. g).- Capacidad crítica.- Los adultos tienen una capacidad muy desarrollada para comparar situaciones y relacionar fenómenos evaluándolos a través de un juicio. De esta forma, todo nuevo conocimiento pasará por un “filtro crítico” antes de ser asimilado como propio. h).- Conductos estereotipados.- El comportamiento crítico del adulto puede ser un obstáculo especialmente si se ha sido modificado bajo un solo patrón hasta construir estereotipos.

Los elementos de aprendizaje: Es importante considerar los diferentes elementos o estilos de aprendizaje, ya que los cursos en esta modalidad deberán contemplar, como primer medida general, suficientes ASPECTOS TEÓRICOS (que refuercen conocimientos) ASPECTOS PRÁCTICOS (que desarrollen habilidades) y EXPERIENCIAS CONCRETAS (que refuercen actitudes). Los elementos del aprendizaje a considerar en un modelo andragógico son: 1.- Percepción: Función por la cual una persona establece contacto o interpreta objetos ó características del medio ambiente. Cada persona percibe de manera diferente en relación con su historia personal y experiencias anteriores. 2.- Atención: Es la habilidad de la persona para concentrarse en una información específica del medio ambiente, seleccionada entre la variedad de informaciones presentes. 3.- Memoria: Es la capacidad por medio de la cual se almacena la información recibida, en esta modalidad se relaciona con las vivencias, experiencias y conocimientos previos. 4.- Comprensión: Es la capacidad para descubrir y asimilar el sentido, la relación y significado de las cosas percibidas. La comprensión es una fase del proceso cognoscitivo muy importante, ya que determina en gran medida la aplicación adecuada de lo aprendido. 5.- Reflexión: Es el proceso interno mediante el cual una persona comprende los hechos y se hace consciente de su propia posición frente a ellos. Determina el descubrimiento de oposiciones y permite la oposición de cambios en planes de vida y proyectos.

Los factores que afectan el aprendizaje.- La no atención a los elementos de aprendizaje, conlleva al fracaso del sistema, sin embargo hay otros factores que siempre están presentes en el modelo a distancia y que deben ser atendidos desde la planeación y desarrollo del mismo, la característica más importante de estos es el poco o nulo control que se tiene sobre ellas y son: 1.- Interpersonales: Son los que forman parte del individuo, están en relación con sus características personales. Se tiene poco control sobre ellas. 2.- Estructura cognitiva.- cúmulo de conocimientos, habilidades y concepciones que tiene el individuo y que ha acumulado a lo largo de la vida. 3.- Maduración.- Incremento de capacidad, que se atribuye a influencias genéricas, experiencias e incidentes. 4.- Disposición.- Condición especial para llevar a cabo ciertas tareas dependiendo del grado de desarrollo cognoscitivo, intelectual y general. 5.- Capacidad Intelectual.- habilidades que hacen competente al hombre y lo capacitan para responder a su medio a través del empleo de símbolos. 6.- Personalidad.- Se refieren al complemento de características, forma de vida, creencias, etc. que definen a cada persona y la diferencia de los otros. 7.- Actitudes.- Predisposición positiva o negativa que el individuo muestra hacia personas, objetos, ideas o situaciones.

Elementos necesarios del sistema de educación a distancia.- Son elementos del medio ambiente, siendo su principal característica el control; el éxito del aprendizaje depende del correcto manejo de las siguientes variables. 1.- Materiales de didácticos.- Son los que se proporcionan al educando para su aprendizaje como guías, audiovisuales, material escrito, conferencias, etc. que deben tener organización de la información y posibilidad de relacionar lo nuevo con conocimientos anteriores. 2.- Incentivos y motivación intrínseca.- Se refiere al efecto de acción o impulso que producen en las personas determinados hechos, objetos o eventos y que los llevan a la realización de actividades. 3.- Capacitación.- tanto del personal docente como administrativo para permitir ña adecuación e innovación constante del sistema. 4.- Infraestructura.- Contar con la infraestructura tecnológica, para que alumnado del sistema sea atendido con pertinencia y logre el adecuado aprovechamiento de los recursos a su alcance. 5.- Características de la tutoría.- Incluye amplio manejo del contenido, material de apoyo, disponibilidad y organización de contenidos. 6.- Evaluación.- Es el procedimiento de acreditación de los contenidos temáticos del programa de estudios, diseñado esta modalidad alternativa de aprendizaje.

Comentarios Finales

Conclusiones

La educación a distancia en México, cuenta con una infraestructura tecnológica en expansión y una accesibilidad cada vez mayor de usuarios. Sin embargo, a nivel de educación superior, los resultados no han sido sobresalientes, ya que no se han tomado en cuenta las características del estudiante y de los formadores de este sistema y solo se ha buscado hacerlo extensivo del sistema educativo presencial con que se cuenta, limitando su operatividad y reduciendo su oferta en áreas ofrecidas en el presencial, con las técnicas y materiales del mismo. La consideración de los elementos básicos de un sistema a distancia, permiten una dinámica de desarrollo del sistema y su constante adecuación a los cambios tecnológicos y de las plataformas, tomado a su vez en cuenta, los apoyos didácticos, personales, tutoriales y de evaluación que debe ir a la par mano con el avance tecnológico.

Recomendaciones

En la actualidad este sistema ha demostrado ser eficaz en la capacitación para el trabajo, diplomados, educación para adultos, con lo cual la plataforma esta probada, sin embargo, el salto a la formación de profesionistas aun no alcanza sus niveles óptimos, por lo cual el campo de desarrollo de este sistema muestra grandes retos. México tiene en la actualidad una alta demanda de preparación y cobertura y es claro que el sistema presencial, no cuenta con la infraestructura necesaria para atenderlo, por lo que el sistema a distancia, permitiría a las instituciones de educación superior cubrir esa demanda, a partir de un proceso de planeación y organización académica, que considere un sistema integral, pertinente y permanente, fortaleciendo y enriqueciendo los diferentes programas educativos, contando con mecanismos de acreditación que garantice la calidad y pertinencia para quienes se han formado en este tipo de sistemas, dando como resultado la generación de ambientes alternativos de aprendizaje.

Referencias

- ANUIES. Diagnóstico de la educación superior a distancia. Publicaciones de la ANUIES. México D.F., México
- Grabowski, Stanley M. (2000). Educación de adultos: manual de entrenamiento. Editorial Trillas, México, D.F., México.
- Knowles, Malcolm S. (2001). Andragogía. El aprendizaje de los adultos. Editorial Oxford, México, D.F., México.
- SUA- UNAM. Diplomado en educación a distancia. Volumen I. Publicaciones SUA-UNAM, México D.F., México.

Relación entre la cultura financiera y el emprendedurismo

L.C. Gloria Imelda López Guzmán, Ing. Rodolfo de la O Escápita MAD,
Fandi Viridiana Zapién López

Resumen

La economía doméstica, es sumamente importante en la relación emprendedurismo - finanzas. Según el ciclo económico, el dinero generado en los hogares proviene de las empresas, para retornar nuevamente en el consumo de bienes y servicios. Esto completa el ciclo económico. El dinero que proviene de las familias crea empresas, las cuales generan el ingreso familiar.

Las familias no consideran que el ahorro deba ser parte de la distribución del ingreso familiar, por lo que no cuentan con un respaldo financiero para solventar los imprevistos que ocurran. Recurriendo frecuentemente a la solicitud de préstamos, como medio para salir adelante en los problemas económicos inmediatos. Quedando inmersos en deudas que tardaran años en cubrir

El fomento a la cultura financiera tiene como objetivo que las economías domesticas se capaciten en la distribución del ingreso familiar, al cumplir con dicho objetivo se logra que el gasto se distribuya de manera planificada y congruente. Al cumplir con ambos requisitos el presupuesto familiar debe alcanzar para que las familias ahorren. Al haber un ahorro se puede destinar al emprendedurismo.

Introducción

La economía doméstica, es el ingreso que reciben las familias, provenientes en su gran mayoría, de sueldos y salarios derivados de una relación laboral.

Según encuestas realizadas en Ciudad Juárez durante 2013 y 2014 donde participaron aproximadamente 450 personas elegidas al azar, sin distinción de sexo, entre los 18 y 65 años de edad y con un ingreso superior a 3 salarios mínimos, se llegó a la conclusión de que el manejo de las finanzas domésticas son realizadas en base a decisiones instantáneas y no planificadas en un 93.11% lo podemos observar en la figura No. 1 ; de igual manera se concluye que es relativamente nula la consideración del ahorro como parte del control financiero de su ingreso, en virtud de que los resultados arrojaron que solamente el 5.78% del total encuestado tiene la costumbre de ahorrar. Figura No. 2

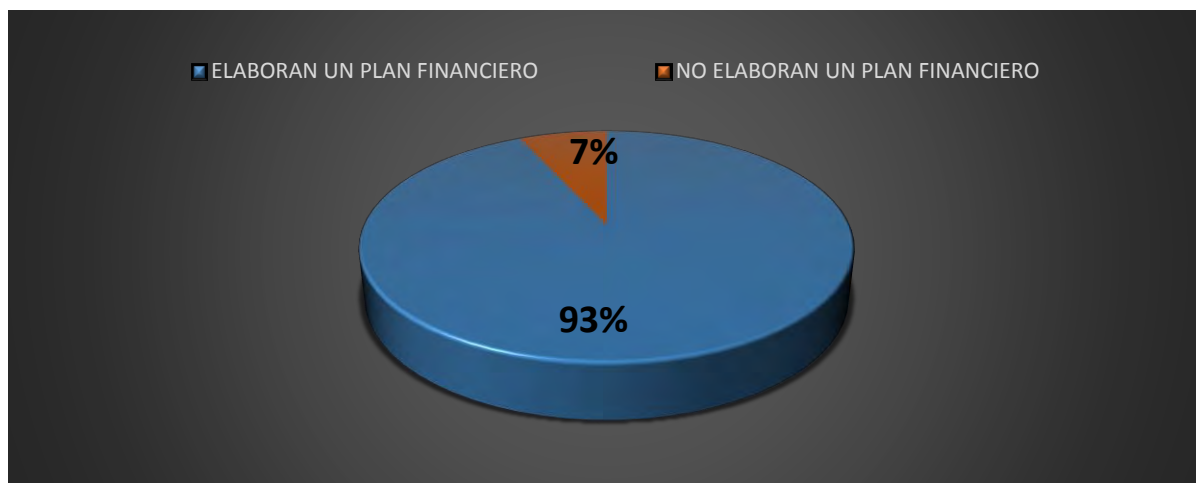


Figura No. 1

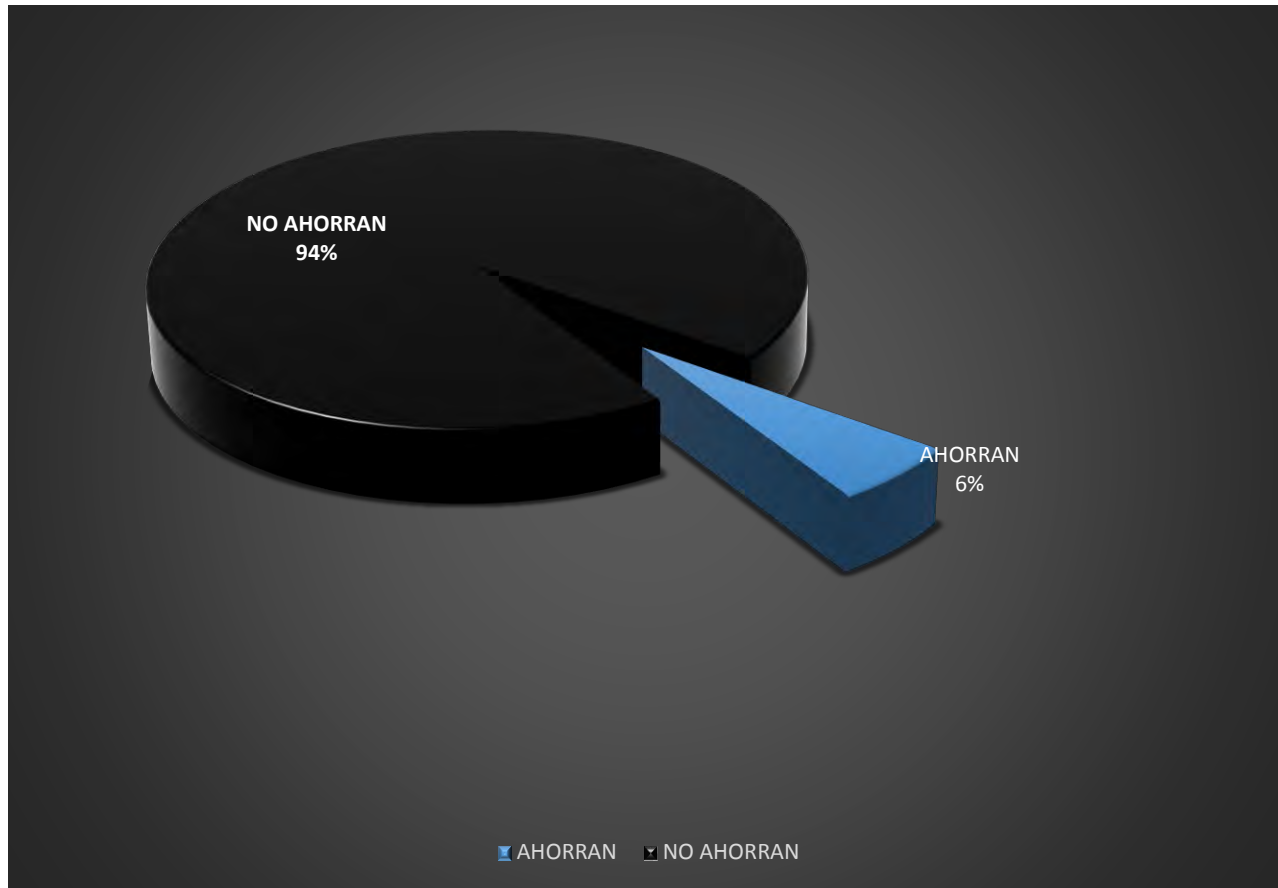


Figura No. 2

Descripción del Método

Por lo anterior, y derivado del nulo ahorro planeado dentro de los hogares, los imprevistos económicos se resuelven mediante créditos; considerando entre estos en la mayoría de los casos las tarjetas de crédito, esto por ser un recurso inmediato y de fácil acceso, sin embargo el desconocimiento de las condiciones de éste tipo de créditos hace que la deuda contraída, lejos de ir disminuyendo, aumente mes a mes. Desafortunadamente, esto no es lo peor a lo que se pueden enfrentar las economías domésticas, en el mercado del dinero existen negocios fuera del sistema financiero, que se dedican a hacer préstamos con tasas de interés descomunales, que pocas veces pueden ser liquidadas.

De tal forma podemos concluir que el ingreso que reciben los hogares es administrado en base a necesidades inmediatas y decisiones tomadas de manera instantánea, sin análisis previo, ni una distribución ordenada. Lo anterior es el reflejo de la nula cultura financiera en la economía doméstica.

Al no existir cultura financiera, no hay ahorro y al no tener ahorro, no se cuenta con un capital que se pueda destinar a la creación de proyectos de inversión.

Comentarios Finales

En base a lo anterior concluimos que se debe fomentar la cultura financiera bajo los siguientes principios básicos de la economía doméstica:

- Vive con menos de lo que ganas.
- Hacer planes financieros
- No gastar el dinero que no se tiene

- Nunca solicites préstamos que no necesites

Esto se puede controlar si tenemos las siguientes consideraciones para el uso del dinero:

- Hacer un listado de los ingresos familiares
- Hacer presupuestos bajo la siguiente línea:
 - Que los gastos sean estrictamente indispensables
 - Que cubran las necesidades básicas
 - Que estén dentro de su presupuesto
 - Y lo más importante, saber diferenciar entre necesidad y deseo

Considerando que una distribución financiera óptima del ingreso familiar debe cubrir lo siguiente:

- Gastos indispensables
- Imprevistos
- Diversión
- Ahorro



Si logramos incluir en nuestras finanzas personales el ahorro como parte fundamental de la distribución del ingreso, en corto tiempo se logra no solamente obtener un capital base; sino además la visión emprendedora y la seguridad económica.

BIBLIOGRAFIA

Ross, Westerfield, Jaffe. Finanzas Corporativas. Octava Edición. McGraw Hill. México, 2009

Brigham, Eugene y Ehrhardt, Michael. Finanzas Corporativas. Segunda Edición. Cengage Learning México, 2007.

Rappaport, Alfred. Creación de Valor para el Accionista. Ediciones Deusto S.A. Bilbao, 1998.

Alonso, Aldo H. "Función Financiera, Planeamiento y Riesgo" Revista del Instituto de Investigaciones Administrativas

Las reformas fiscales de 2014 y sus efectos en las MiPyMes de Guasave, Sinaloa

Dra. María Lourdes López López¹, Dra. María Consuelo González Pérez²,
y Dra. Mónica Liliana Rivera Obregón³

Resumen—El estudio de la reforma fiscal 2014, específicamente en lo que se refiere a la micro, pequeña y mediana empresa (MiPyMes) mexicana, establece la relación entre el estado y estas como agente pasivo, ya que, esta reforma se diseñó con la finalidad de incorporar a todos aquellos agentes económicos que desde la economía informal no se apegan a lo establecido en la fracción IV del Art. 31 Constitucional; desde esta perspectiva, este tipo de empresas se ven en la oportunidad de no pagar impuestos. Analizando esta situación de un nuevo régimen de incorporación, este vino a impactar económica y administrativamente ante una circunstancia de cultura empresarial por lo que viene a debilitar y afectar sus finanzas además de su permanencia en el mercado.

Palabras clave— Reformas Fiscales, Políticas Públicas, MiPyMes

Introducción

En los últimos años, el Sistema Tributario Mexicano ha estado en constante búsqueda de recaudación por lo que en 2014 ha implementado una nueva reforma fiscal, lo que representa una carga tributaria y administrativa generalizada para los contribuyentes identificados como MiPyMes. A pesar de que esta clasificación de empresas es una de las principales fuentes generadoras de ingresos en efectivo, son además las de mayores contribuciones impositivas al ingreso federal, mismas que contribuyen al éxito de una política fiscal recaudatoria. Así mismo esta política fiscal intenta minimizar la evasión fiscal de una economía informal. Es importante hacer mención de que las micros y pequeñas empresas en México deben continuar su lucha por sobrevivir aun cuando su capacidad económica se vea afectada por el nuevo modo de imposición fiscal. También, la actual economía globalizada ha hecho reaccionar a la mediana empresa para lograr adaptarse al contexto actual a través de estrategias económicas diversas.

Existe investigación en torno a las características y beneficios de las empresas MiPyMes en relación con la política fiscal específicamente en lo referente a las reformas fiscales, por lo que se sugiere que universidades e instituciones del sector productivo en conjunto con el gobierno, se organicen para desarrollar más investigaciones bajo la supervisión pertinente para así obtener resultados lo más acercados posible a la realidad, mismo que serán de gran utilidad para estudios futuros y principalmente para encontrar la solución legal a la pesada carga fiscal así como a los innumerables problemas financieros que causa la misma.

Justificación

Con esta investigación, se pretende recabar y analizar la información necesaria y suficiente para conocer los efectos económicos de las MiPyMes ya sea de permanencia o crecimiento en el mercado, además considerar la importancia de contribuir con el ingreso federal y el gasto público a través de la imposición fiscal, así mismo analizar la efectividad de una política fiscal recaudatoria y aunado al interés del Estado de evitar la evasión fiscal por medio de una economía informal.

En relación al alcance de esta investigación, en cuanto a las posibilidades de llevarla a cabo, se encuentro viable debido a que la parte informativa, espacial y bibliográfica se adapta a los requerimientos necesarios, contando con el apoyo de los encargados de la operatividad de las MiPyMes, en los tiempos necesarios y suficientes; así mismo, la búsqueda de información se encuentra a disposición a través de medios electrónicos, documental e incluso en la aplicación de diversas técnicas de búsqueda.

En este país corresponde al SAT como órgano desconcentrado de la SHCP, la responsabilidad de aplicar la legislación fiscal y aduanera con el fin de que las personas físicas y morales contribuyan proporcional y equitativamente al gasto público, así como de fiscalizar a los contribuyentes para que cumplan con las disposiciones tributarias y en materia aduanera, además facilitar e incentivar el cumplimiento voluntario de dichas disposiciones, generar y proporcionar la información

¹ **Dra. María Lourdes López López**, Mexicana, Dra. en Estudios Fiscales, Maestra de asignatura en la Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas (ECEA) de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México. Integrante del Grupo Multidisciplinario "Desarrollo Regional, MiPyMes, Educación, Gobierno y Sociedad". Teléfono celular (687)1100953, maria.lourdes@uas.edu.mx

² **Dra. María Consuelo González Pérez**, Mexicana, Dra. en Desarrollo Organizacional, Profesor investigador de Tiempo Completo, de la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y tecnológicas (FCEAT) de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México. Miembro del Cuerpo Académico Consolidado CAC-11: "Administración de Negocios y Desarrollo Regional". Teléfono celular (673)1068231 ponencias.ecea.uas@gmail.com

³ **Dra. Mónica Liliana Rivera Obregón**, Mexicana, Doctorado en Pedagogía por el CIEN y dominio el idioma Inglés, Maestra de asignatura en la Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas (ECEA) de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México. Integrante del Grupo Multidisciplinario "Desarrollo Regional, MiPyMes, Educación, Gobierno y Sociedad". Teléfono celular (687)1210792, ponencias.ecea.uas@gmail.com

necesaria para el diseño y la evaluación de la política tributaria.

Marco referencial

La teoría política económica es el argumento fundamental del Estado para justificar la función reguladora y estabilizadora que este cumple en las naciones que poseen economías modernas; fijando las políticas impositivas, monetarias y cambiarias, así como diseñando las reglas del juego; permitiendo que el mercado actúe libremente pero respetando estas reglas (Castillo, 2001).

De esta manera, concebir a la teoría de la política fiscal desde el contexto de la cultura económica fiscal, se sugiere que la evolución reciente está dando origen a un sistema distorsionado, donde las entidades federativas han estado recuperando capacidades de gasto, pero al mismo tiempo disponen de una muy reducida capacidad de obtener ingresos propios a través de la tributación misma que implica el desarrollo nacional (TheEconomist, 2007).

La economía mexicana tiene ya casi dos décadas con frecuentes crisis económicas que se han reflejado en tasas promedio de crecimiento económico iguales o proporcionales a las tasas de crecimiento demográfico. El resultado de estos procesos de recaudación de ingresos ha sido que la base fiscal no ha crecido lo suficiente para aumentar la recaudación y disminuir la carga fiscal de forma más equitativa (Sobarzo, 2005).

En este tenor, (Guerrero, 2004) define a la política fiscal, como:

Las decisiones tomadas por el gobierno nacional que implican tanto el financiamiento y uso de recursos y gastos, así como las decisiones de cambio en la gestión gubernamental necesarias para el logro de objetivos propuestos, sin embargo, es necesario entrecruzar este concepto con el de impuesto, reconociendo que la política fiscal tiende a expresar la forma de una cultura tributaria.

En este sentido la importancia de la contribución ayuda en la política fiscal de la recaudación de ingresos.

La política fiscal es el conjunto de medidas e instrumentos que toma el Estado para recaudar los ingresos necesarios para la realización de la función del sector público. Se produce un cambio en la política fiscal, cuando el Estado cambia sus programas de gasto o cuando altera sus tipos impositivos. El propósito de la política fiscal es darle mayor estabilidad al sistema económico, al mismo tiempo que se trata de conseguir el objetivo de ocupación plena. La Política Fiscal tiene 2 componentes, el gasto público y los ingresos públicos.

Los instrumentos de la política fiscal según Da Silva (1993), está en función de las diversas modalidades que adoptan los flujos del proceso ingreso-gasto del sector público y tomando en cuenta ciertos factores de orden institucional, se puede dividir la política fiscal en la rama y subramas tal como se demuestra al señalar los instrumentos de la política fiscal que es aplicable a distintos países que se encuentran principalmente en vías de desarrollo.

El estudio de la aplicación de una política fiscal en la recaudación de ingresos del Estado y las repercusiones financieras en las MiPyMes derivado de la aplicación de un nuevo régimen fiscal, requiere establecer las variables de esta investigación; en la cual se interrelacionan la participación del Sistema Tributario Mexicano (STM) que compromete el análisis de la materia por esta disposición fiscal y el sector empresarial. El analizar la imposición fiscal y los efectos de un impuesto aplicado a las empresas, contrae un compromiso; colocar en el escenario las repercusiones financieras MiPyMes. La pretensión es visualizar el acontecimiento de un proyecto político de recaudación de ingresos; utilizando un nuevo modelo de pago de impuestos, en el cual el STM juega un papel primordial. La importancia de este asunto es encontrar en primer término, las condicionantes del entorno político, económico y social en que las empresas desarrollan sus actividades financieras, y segundo examinar el contenido, características e implicaciones de las funciones y procesos de recaudación fiscal.

Esta reforma fiscal hace necesaria el estudio y análisis de la información necesaria y suficiente para conocer los efectos económicos de las MiPyMes ya sea de permanencia o crecimiento en el mercado, además de considerar la importancia de contribuir con el ingreso federal y el gasto público a través de la imposición de estos impuestos, así mismo la efectividad de una política fiscal recaudatoria y aunado al interés del Estado de evitar la evasión fiscal por medio de una economía informal.

La empresa, independientemente de la forma en que esté constituida, tiene un fin preponderantemente económico, mismo que traslada con la misma importancia a lo social. Una empresa debe ser lo suficientemente capaz de generar las utilidades que le permitan continuar con su actividad, siendo claro que la exploración de su mercado, la competencia y la oportunidad, no necesariamente producen efectos inmediatos.

La creación y crecimiento del número de micro y pequeñas empresas, dada su importancia en la integración regional y social de nuestro país, cobra vital importancia para una estrategia de desarrollo, por lo que las políticas públicas destinadas a apoyar la actividad de este tipo de empresas resultan estratégicas. En este sentido, es necesario superar la falsa división entre micros y grandes empresas, logrando un mayor grado de interrelación y asociación productiva, en donde el sector privado logre articularse permanentemente con el sector público.

Así mismo Suárez (2007), comenta que las microempresas conforman la mayor parte del motor económico del país y su fortalecimiento provocará un bienestar nacional.

En este mismo sentido, Ramos (2007), refiere que una microempresa debe tener metas y objetivos muy claros a corto, mediano y largo plazo. Es importante no construir castillos en el aire, ni despegar los pies y la mente de la tierra, sin menoscabo del nivel creativo e innovador de la organización (por pequeña que esta sea).

En referencia a la clasificación y estratificación de las empresas, la Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (LDCMPME) vigente en México, estratifica el tamaño de las empresas, su clasificación y tipo, para definir claramente su postura ante la sociedad mercantil que impera en nuestro país. Con fecha 25 de junio de 2009, la Secretaría de Economía (SE), publica el acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas donde se modifica la misma ley, considerando como factores específicos el número de

trabajadores y las ventas anuales como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 1.- Estratificación del tamaño de la empresa

Estratificación				
Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250

*Tope Máximo Combinado = (Trabajadores) X 10% + (Ventas Anuales) X 90%.

Fuente: DOF 25 de junio de 2009, SE Y SHCP

Las actividades preponderantes que se realizan en las empresas en el estado de Sinaloa, específicamente en Guasave, son el comercio y la prestación de servicios en general y la agricultura misma que se encuentra establecida como parte importante de la economía en el estado, pero cuando hablamos de MiPyMes no nos referimos a su potencial si no a la estructura de estas empresas que han ido incorporándose con fuerza al mercado en Sinaloa.

Los estudios del SIEM (2014), expresan que el sector comercio representa el 50.75 por ciento del total de empresas establecidas y proporciona 102,066 empleos en su giro, le sigue en orden de importancia el sector servicios que cuenta con el 39.51 por ciento de los establecimientos y aporta el 39.07 por ciento del empleo total, en menor impacto esta la manufactura con 5,568 empresas y genera el 17.18 por ciento del empleo en Sinaloa. De ahí la importancia de las MiPyMes en el impulso del motor productivo del Estado, ya que su participación es mayoritaria en estos sectores.

Esta investigación se llevó a cabo en el municipio de Guasave, Sinaloa, y fue dirigido a los empresarios de las MiPyMes aplicando un cuestionario en el que se recabó la información acerca de las repercusiones financieras que han tenido por la nueva reforma fiscal, así como también se aplicó una entrevista a los distintos representantes de las agrupaciones empresariales, de igual manera se tomó en cuenta en la aplicación de este instrumento al personal ejecutivo de las instituciones bancarias, autoridades fiscales y a los profesionistas que prestan sus servicios contables y fiscales a los dueños de estas empresas aplicándoles un cuestionario que arrojó información que permitió dar respuesta a las interrogantes guía de la investigación.

Para cumplir con el objetivo de esta investigación, se procedió a seleccionar las empresas a partir del análisis de los directorios proporcionados por la Cámara Nacional de la Industria de restaurantes y Alimentos condimentados (CANIRAC), así como también, por la Cámara Nacional de Comercio (CANACO), la Cámara Nacional de la Industria y la Transformación (CANACINTRA) y de la cantidad de las micros y pequeñas empresas del sector empresarial registradas en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) por INEGI (2014), llegando a la conclusión de que con los datos de este último, se determina la base considerando el padrón registrado en el DENUE con un universo un total de 843 empresas del sector antes mencionado. En su estratificación corresponden 110 en el sector centro, en el municipio de Guasave, Sinaloa.

Considerando que una muestra es un conjunto de unidades que se compone de una porción de la población total, que representa la conducta del universo a analizar en su conjunto según RENA (2010), en esta investigación el tamaño de la muestra se determinó con el número de unidades económicas, mismo que representa la clasificación del tamaño de las empresas, que se ubican en la ciudad de Guasave, Sinaloa, por el número de empleados, donde se puede apreciar que el 96.05% corresponde a las micros empresas, un 3.64% en pequeñas empresas y solo un 0.31% a medianas empresas.

Metodología

Para la realización de este trabajo se pretende utilizar el sistema metodológico mixto, donde el enfoque cualitativo medirá el alcance del discurso político jurídico de la creación de la propuesta de reforma fiscal y a través del enfoque cuantitativo se mide la repercusión económica de las finanzas del sector empresarial; para ello las técnicas a utilizar serán la, observación y entrevistas formales e informales y los cuestionarios, revisión bibliografía y diversos servidores Web. Para procesar la información se utilizara el software Dyane 4.0 que significa: Diseño y análisis de encuestas en investigación social y de mercados, está estructurado de forma modular, con menús que facilitan el acceso a las distintas funciones y técnicas que incluye. En él se pueden diseñar cuestionarios, grabar datos y aplicar técnicas estadísticas de análisis de datos. También se pueden realizar gráficos, con el fin de mejorar la presentación de los resultados.

Tomando en cuenta que el trabajo de campo es un proceso metodológico donde se elaboran los instrumentos que se aplicaran a los sujetos de la investigación, se procedió a diseñar los cuestionarios, que se aplicaron a los informantes primarios que son los propietarios de las MiPyMes de Guasave, Sinaloa, en los que se incluyeron preguntas necesarias relacionadas con la formalidad de la empresa, su permanencia en el mercado y sus efectos financieros a través del cumplimiento de sus obligaciones fiscales, específicamente las que se encuentran tributando en el RIF, en forma consecutiva se procede a entrevistar a los representantes de las diversas agrupaciones empresariales para obtener información

necesaria acerca de su participación con el empresario guasavense en cuanto a la información y apoyo que proporcionan para tributar en el nuevo régimen fiscal vigente.

Finalmente el encuentro con las autoridades hacendarias permitió tener datos formales acerca de la nueva disposición fiscal. Sumando y entremezclando las respuestas de estos sujetos de la investigación, se procede al registro y análisis de los datos recabados.

Comentarios Finales

Los profesionales de la contaduría pública, opinan que la tarea de orientar y hacer entender a los afectados como pueden controlar y administrar sus operaciones para reducir la repercusión de las reformas fiscales en las MiPyMes es el apego a las nuevas disposiciones hacendarias, fomentando la cultura fiscal en el empresario, lo que permitirá el saneamiento de las funciones administrativas y fiscales que se realizan en las empresas.

Resumen de resultados

En lo referente al área específica de Guasave, Sinaloa, el empresario se ubica en la clasificación de micro y pequeño empresario, debido a que la actividad generada de un ámbito empresarial familiar, innovador, de permanencia y crecimiento, le permite permanecer en un estatus de Régimen de Incorporación Fiscal (RIF) en un 68.7%, mientras que la informalidad se manifiesta en gran medida en 4.2% misma que representa una inestabilidad en su permanencia empresarial, así mismo las empresas que manejan un régimen general están en un 27.1%, tomando en cuenta que el instrumento fue aplicado a 50 empresarios. Respecto a la importancia del cumplimiento de obligaciones fiscales, el empresario Guasavense, refiere un contexto de civilidad, ya que en su andar fiscal pretende establecer un vínculo formal con las autoridades fiscales y en su propia administración empresarial. En la investigación realizada, se encontró que el 90.48% de los empresarios que se les aplico el cuestionario, llevan a cabo la planeación del pago de sus impuestos, además de apoyarse en los servicios de profesionales externos de la materia, el 9.52% no lleva a cabo dicha planeación, manifestaron que realizan el cumplimiento de sus obligaciones fiscales cuando la fecha de presentación de las mismas está próximo a llegar. La mayoría de los empresarios que respondieron a los cuestionamientos de esta investigación, un 28.57% manifestaron no estar de acuerdo con la implementación de este nuevo régimen fiscal debido a que les afecta ya que cuenta con un grado de dificultad el cumplimiento, además manifiestan su inconformidad sobre esta medida ya que consideran que son los mismos contribuyentes cautivos los que cumplen con sus obligaciones fiscales a quienes les afecta esta medida.

Conclusiones

El nuevo régimen establece un esquema en total formalidad en el que los contribuyentes que hasta el 31 de diciembre de 2013, se ubicaban en repesos e intermedios así como los nuevos contribuyentes que iniciaron actividades, utilizarán un esquema como una transición que les permita aprender a cumplir sus obligaciones fiscales de manera integral cuidando aspectos de comprobación, orden y reconocimiento de ingresos así como requisitos sustantivos y adjetivos de las deducciones, utilizando herramientas tecnológicas como equipos de cómputo y programas especializados, apoyándose en la plataforma que proporciona el SAT; en este último se establecen las situaciones fiscales que habrán de cubrirse en el trayecto de las operaciones financieras y administrativas de la empresa en tiempos y formas.

Referencias

- INEGI, (2014), DENUE Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, consultado el 23 de junio de 2014 en <<<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>>>
- Mexico emprende (2011), *PyMes, Nuestras Empresas*, volumen II, número 6, consultado el 12 abril de 2012, en <<<http://www.contactopyme.gob.mx/archivos/boletin/boletinII-6.pdf>>>
- SIEM (2014), Información Estadística, consultado el día 20 de abril de 2014, en <<<http://www.siem.gob.mx/siem/estadisticas/BrutoXedo.asp?p=1>>>
- The Economist, Nov 30th 2007, Mexico's government gets tough on monopolists, en <<<http://www.economist.com/node/10235372>>> consultado el día 30 de septiembre de 2010.
- Castillo García, Gonzalo Eduardo (2001), La Política Fiscal, editorial Instituto Universitario Mariscal Sucre p. 12, Venezuela.
- Guerrero Amparan, Juan Pablo (2004), Impuestos y Gasto Público en México, desde una perspectiva multidisciplinaria.
- Da Silva, Gerardo. (1993), Política Fiscal y Planificación. Revista Trimestre Fiscal, Octubre a Diciembre, Barcelona España.
- Ramos, Ayllón Juan Carlos (2007), ¿Cómo Reactivar mi Pyme e Inyectarle Potencia?, *Pyme AdminstrateHoy*, No. 164, pp. 37-38, México.
- Sobarzo Fimbres, Horacio, (2005), Federalismo Fiscal en México, No. 103 p.21
- Revista Economía, Sociedad y Territorio, editorial Colegio Mexiquense, AC, ISSN 1405-8421, México.
- Santesmases Mestre, Miguel (2010), DYANE versión 4, *Diseño y Análisis de encuestas en investigación social y de mercados*, primera edición, España.
- Suárez, Barraza Manuel Francisco (2007), Las cápsulas de mejora, *Pyme AdminstrateHoy*, No. 164, p. 27, México.

Siglas y Acrónimos

CANACINTRA.-Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
CANACO.- Cámara Nacional De Comercio
CANIRAC.- Cámara Nacional de la Industria de restaurantes y Alimentos condimentados
DENU.E.- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas
DOF.- Diario Oficial De La Federación.
DYANE.- Diseño Y Análisis De Encuestas.
INEGI.-Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
LDCMPME.- Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa
MiPyMes.- Micros, Pequeñas Medianas empresas.
MyPes.- Las Micros Y Pequeñas Empresas.
RENA.- Red Nacional Escolar
REPECOS.- Régimen de Pequeños Contribuyentes
RIF.- Régimen de Incorporación Fiscal.
SAT.- Servicio de Administración Tributaria.
SHCP.- Secretaria De Hacienda Y Crédito Público.
SIEM.- Sistema de Información Empresarial Mexicano.
STM.- Sistema Tributario Mexicano.

Desarrollo de Capacidades de Innovación: una Mirada hacia el Capital Cultural de la Empresa

Dra. Alejandra López Salazar¹, Dra. Celina López Mateo²,
Dr. Ricardo Contreras Soto³ y Dr. Rubén Molina Sánchez⁴

Resumen—La implementación de mejoras tecnológicas en procesos y productos es de gran importancia para el crecimiento económico de una nación. Las empresas deben tener la habilidad para utilizar eficientemente el conocimiento tecnológico para asimilar, utilizar, adaptar y cambiar la tecnología existente de tal manera que pueda desarrollar nueva tecnología, procesos y/o productos. El objetivo de este trabajo es analizar la relación que existe entre la capacidad de implementar mejoras en la empresa y el capital cultural del personal de 40 empresas de la industria metal-mecánica en la ciudad de Celaya, Guanajuato, México. El análisis se realiza a través de un instrumento que se aplicó a gerentes y/o dueños de las empresas. Los resultados muestran que existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre la capacidad de implementar mejoras en la organización y el nivel de capital cultural del personal de la empresa, medido por la capacitación e incentivos.

Palabras clave—innovación, capital cultural, industria metal-mecánica

Introducción

El estudio de las capacidades tecnológicas tiene como consecuencia el análisis de la capacidad para que una empresa logre innovar en un producto o proceso. Se sabe que la innovación es uno de los principales pilares de competitividad de un país o una región, pues ello implica que las empresas de ese territorio tienen la capacidad de generar valor en los productos que fabrica. Por eso, se han desarrollado todo un esfuerzo a nivel micro, meso y macro por generar innovaciones en las organizaciones. Si bien, la capacidad de innovación es necesaria para competir, las empresas han encontrado grandes dificultades para generar innovaciones pues es una actividad que depende de un gran número de factores tanto internos como externos a la empresa.

En el estado de Guanajuato, la industria manufacturera representa el 5.29% del total de unidades económicas de la industria manufacturera a nivel nacional, el 6.18% de la producción bruta total y el 5.78% del personal ocupado. La industria metal-mecánica aporta el 14% del PIB manufacturero en México. Las cifras de la industria metal-mecánica en Guanajuato aporta los siguientes porcentajes en relación a la industria metal-mecánica a nivel nacional: 5.8% de las unidades económicas, 3% de la inversión total, 2.6% de la producción bruta total y 3.63% del personal ocupado total (Censos económicos, 2009).

Esta industria ha experimentado un crecimiento, sobre todo por la inversión nacional y extranjera que ha llegado en el país, especialmente en el sector automotriz y aeronáutico, lo cual tiene diversas implicaciones, pues las empresas del sector metal-mecánico deben tener las condiciones para aprovechar las oportunidades que se brindan en su sector, ofreciendo los productos con la calidad, las especificaciones y las condiciones de comercialización que demandan las empresas extranjeras. De aquí la necesidad de conocer cuáles son aquellos factores que apoyan el desarrollo de capacidades tecnológicas que permitan su crecimiento.

Se han realizado diversos estudios sobre las variables internas que impactan en la innovación; sin embargo, poco se han centrado en analizar el impacto del capital cultural en el desarrollo de capacidades de innovación, entendido el capital cultural como el acervo de conocimientos y experiencia que tiene el personal de una organización, y que es la base para el desarrollo de nuevas ideas, propuestas de mejora, pues representa la capacidad de análisis de una situación determinada. En este sentido, el objetivo de este trabajo de investigación es analizar la relación que existe entre el capital cultural y la implementación de mejoras en la industria metal-mecánica en la ciudad de Celaya, Guanajuato, México, con la intención de determinar el papel que tiene el capital cultural en la capacidad de una organización de llevar a cabo mejoras en la empresas, tanto en procesos como en los productos, formas de comercialización y de administración, que impliquen una mejora para la empresa.

¹ Alejandra López Salazar es Profesora del Departamento de Finanzas y Administración de la División de Ciencias Sociales y Administrativas de la Universidad de Guanajuato Campus Celaya-Salvatierra alelopez.salazar@yahoo.com (**autor correspondiente**)

² Celina López Mateo es Profesora del Departamento de Finanzas y Administración de la División de Ciencias Sociales y Administrativas de la Universidad de Guanajuato Campus Celaya-Salvatierra celinalm@gmail.com

³ Ricardo Contreras Soto es Profesor del Departamento de Estudios Culturales, Demográficos y Políticos de la División de Ciencias Sociales y Administrativas de la Universidad de Guanajuato Campus Celaya-Salvatierra riconsoto@hotmail.com

⁴ Rubén Molina Sánchez es Profesor del Departamento de Finanzas y Administración de la División de Ciencias Sociales y Administrativas de la Universidad de Guanajuato Campus Celaya-Salvatierra humanaruben@gmail.com

Revisión Bibliográfica

Capacidades tecnológicas

Las capacidades tecnológicas son el conjunto de recursos requeridos para generar y administrar el cambio técnico, el cual incluye: a) conocimiento, habilidades y experiencia; y, b) estructuras institucionales y vínculos dentro de las firmas, entre las firmas y fuera de las firmas (Bell y Pavitt, 1995).

Una capacidad tecnológica estratégica como toda facultad genérica intensiva en conocimiento para movilizar conjuntamente distintos recursos científicos y técnicos individuales, que permite a la empresa el desarrollo de productos y/o procesos productivos innovadores de éxito, al servicio de la implantación de estrategias competitivas creadoras de valor ante unas condiciones medioambientales determinadas (Prahalad y Hamel, 1990; Grant, 1991; Black y Boal, 1994; García y Navas, 2007; Miller y Shamsie, 1996; Wiklund y Shepher, 2003).

De acuerdo a Velarde y de la Garza (2012) la eficiencia de operación, en una empresa del sector manufacturero, radica en el nivel de experiencia que tenga y de las capacidades que se van adquiriendo a través de los procesos de aprendizaje, capacidades que pueden ser de tres tipos: empresariales, gerenciales y tecnológicas. Las capacidades empresariales son las habilidades de los empresarios en cuanto a experiencia, motivación e impulsos necesarios para emprender una inversión industrial con tecnologías modernas; las capacidades gerenciales (o administrativas) y las tecnológicas se refieren a los insumos administrativos y tecnológicos necesarios. Estas tres capacidades impulsan el cumplimiento de los objetivos de la empresa (Gonsen, 1996).

De acuerdo con Marcelle (2007), las empresas necesitan adquirir las capacidades necesarias para utilizar, adaptar y modificar la tecnología, capacidades que pueden estar o no inmersas en los individuos y que constituyen los elementos de las capacidades tecnológicas. Aún cuando las capacidades tecnológicas se consideran un concepto intangible, algunos autores coinciden en que el concepto se refiere a la información y las habilidades tanto técnicas, como gerenciales e institucionales, que permiten a las empresas productivas asimilar, usar, adaptar y cambiar su equipo y tecnología eficientemente, tanto para los ya existentes como para crear nuevas tecnologías y desarrollar nuevos productos y procesos (Biggs et al., 1995; Kim, 1997 y 1998; Jonker, 2002, citado en Velarde et al, 2012); implica además la experiencia humana y mecanismos y vínculos institucionales apropiados (Huq, 2002).

Bell y Pavitt (1995) desarrollaron una taxonomía de las capacidades tecnológicas, y a partir de ésta, clasifican las capacidades tecnológicas en cuatro funciones: actividades de inversión, actividades de producción, vínculos con empresas e instituciones e innovación. Así mismo, determinan que existen niveles en las capacidades tecnológicas, dependiendo del grado de complejidad de las actividades. Lall (1992) propone tres niveles de capacidades tecnológicas: básicas, intermedias y avanzadas.

Capital Cultural

El capital cultural es entendido como “el conjunto de capacidades que tienen las personas que participan en las organizaciones a nivel individual (dueños, administradores y trabajadores) con referencia al nivel de estudios..., la experiencia en el ramo, ...la capacidad técnica de hacer o resolver con conocimiento y habilidades ciertas tareas” (Contreras, López y Molina:15-16). En este sentido, el capital cultural, permite mejorar la capacidad de síntesis, de análisis y de solucionar problemas, ya que el acervo de conocimientos y de experiencia que se acumula con el tiempo ayuda a aplicarlos de mejor manera en la toma de decisiones en la empresa.

El capital cultural incluye la capacidad productiva y creativa de un conjunto de personas que laboran en la empresa; hace referencia a la cultura organizacional y empresarial del dueño, a su capacidad para realizar tareas, establecer acuerdos y comunicarse. El capital cultural es de gran importancia para las organizaciones pues permite utilizar el vagaje de conocimiento porque de éste depende su capacidad de operar eficientemente, seleccionar las mejores estrategias para competir y facilitar la cultura de innovación en las organizaciones.

Descripción del Método

La investigación es cuantitativa de tipo correlacional, ya que se espera analizar la relación que existe entre la capacidad de implementar mejoras y el capital cultural de la organización. Para ello, se diseñó un instrumento de 33 preguntas likert basado en la Encuesta de Institucionalización, Innovación y Estrategias Basadas en el Conocimiento (EIEBAC) y al instrumento PDG Manufacturier. Se planteó la siguiente hipótesis de investigación: H1: Existe una relación positiva y significativa entre el capital cultural y la capacidad de implementar mejoras en la empresa.

Variable	Dimensión	Definición
Capital Cultural	Escolaridad	Nivel escolar del personal de la empresa incluyendo gerente general, gerente de producción, superviso de producción, obreros especializados y obreros generales.
	Capacitación	Frecuencia con la que recibe capacitación el personal de

		producción para manejar maquinaria y equipos modernos, sobre calidad y mejora continua en procesos, sobre seguridad e higiene, trabajo en equipo y nuevas formas de organizar el trabajo.
	Incentivos	Tipo de incentivos que utiliza la empresa para motivar a los empleados.
Capacidades de implementar mejoras	Implementación de mejoras	Grado en el que la empresa implementa mejoras en productos, procesos y maquinaria, así como en las formas de comercialización y/o de organizar el trabajo.

Tabla 1: Operacionalización de las variables

El estudio está dirigido a empresas del sector manufacturero de la industria metal-mecánica de la región Laja-Bajío, que de acuerdo a información de INEGI-DENUE (2012), las pymes de la industria metal-mecánica representan 63 unidades económicas. La muestra es de 40 empresas, de las cuales 95% son mipymes. Los sujetos de investigación fueron los dueños, gerentes administrativos y encargados de las empresas. El levantamiento se realizó de manera telefónica, por correo electrónico y presencial durante el 2013. La permanencia en la industria metal-mecánica es alta ya que 65.8% de las empresas tiene más de 15 años en el mercado. La medición de las variables, se muestra en la tabla 1, donde se especifican los componentes del capital cultural y la capacidad de implementar mejoras en las empresas, así como la definición de cada uno de ellos.

Resultados

El análisis de las variables muestra que el 75% de los directivos poseen estudios de educación superior, un 10% nivel preparatoria, 12.5% nivel técnico y un 2.5% con secundaria. En cuanto al nivel escolar de los gerentes de producción, este disminuye con solo 40% con escolaridad de nivel superior, 34% con estudios de preparatoria, 20% nivel técnico y 6% con secundaria. En los supervisores de producción sobresalen estudios de nivel secundaria y técnico, y en los obreros los estudios de secundaria.

En relación a los incentivos, las empresas los utilizan de manera frecuente cuando el personal realiza propuestas de mejora a los equipos, a los productos y a los procesos, principalmente. En cuanto a la preparación del personal, resalta que el 72% de las empresas capacita a los trabajadores para mejorar sus capacidades para trabajar en equipo, el 72.5% capacita a su personal en el tema de seguridad e higiene y el 62.5% lo hace en el manejo de maquinaria moderna.

Para analizar la relación entre el capital cultural y la capacidad de implementar mejoras a la empresa, se presentan las tablas de contingencia para cada una de las dimensiones de capital cultural, que son nivel de escolaridad, incentivos y capacitación.

Los resultados muestran (tabla 2) que la capacidad de implementar mejoras en la organización no está influida o relacionada con el nivel de escolaridad del personal. Es decir, existen empresas que tienen mucha capacidad para implementar mejoras en su empresa y el nivel escolar de su personal es bajo; y viceversa. De acuerdo a las pruebas chi-cuadrado ($p > .10$), no existe una relación significativa entre el nivel de escolaridad y la capacidad de implementar mejoras en las empresas de la industria metal-mecánica.

Nivel de escolaridad		Capacidad de implementar mejoras		
		Baja	Alta	Total
Bajo	% dentro de nivel de escolaridad	73.7%	26.3%	100%
	% dentro de implementación de mejoras	48.3%	45.5%	47.5%
Alto	% dentro de nivel de escolaridad	71.4%	28.6%	100%
	% dentro de implementación de mejoras	51.7%	54.5%	52.5%
Pruebas de chi-cuadrado				
		Valor	gl	Sig. Asintótica
Chi-cuadrado de Pearson		.025	1	.873
Razón de verosimilitudes		.025	1	.873
Asociación lineal por lineal		.025	1	.873

Tabla 2. Relación del nivel de escolaridad y la capacidad de implementar mejoras

Si se analiza el capital cultural a través del nivel de capacitación, los resultados evidencian que a mayor nivel de capacitación, mayor capacidad de las empresas de implementar mejoras en los procesos y productos. En específico,

los datos muestran que el 90.5% de las empresas con bajo nivel de capacitación de sus empleados, obtienen bajos niveles de implementación de mejoras; mientras que el 47.4% de las empresas con altos niveles de capacitación, han logrado implementar mejoras en su empresa. Los resultados muestran (tabla 3) que existe una relación positiva y significativa entre la capacitación y la implementación de mejoras, de acuerdo al estadístico Chi cuadrada ($p < .01$).

Nivel de capacitación		Capacidad de implementar mejoras		
		Baja	Alta	Total
Bajo	% dentro de nivel de capacitación	90.5%	9.5%	100%
	% dentro de implementación de mejoras	65.5%	18.2%	52.5%
Alto	% dentro de nivel de capacitación	52.6%	47.4%	100%
	% dentro de implementación de mejoras	34.5%	81.8%	47.5%
Pruebas de chi-cuadrado				
		Valor	gl	Sig. Asintótica
Chi-cuadrado de Pearson		7.166	1	.007
Razón de verosimilitudes		7.558	1	.006
Asociación lineal por lineal		6.986	1	.008

Tabla 3. Relación del nivel de capacitación y la capacidad de implementar mejoras

En cuanto al nivel de incentivos, como una dimensión del capital cultural, los resultados muestran que del total de empresas con una alta capacidad para implementar mejoras, el 100% ha mantenido altos niveles de incentivos en su personal; así mismo, el 100% de las empresas con bajos niveles de otorgamiento de incentivos, presentan bajo nivel en su capacidad para implementar mejoras. Analizando el estadístico Chi cuadrada ($p < .01$) (ver tabla 4), se puede afirmar que existe una relación positiva y significativa entre el nivel de incentivos que otorga la empresa a sus empleados y el grado de capacidad de implementar mejoras en los productos y procesos.

Nivel de incentivos		Capacidad de implementar mejoras		
		Baja	Alta	Total
Baja	% dentro de nivel de incentivos	100%	0%	100%
	% dentro de implementación de mejoras	65.5%	0%	47.5%
Alta	% dentro de nivel de incentivos	47.6%	52.4%	100%
	% dentro de implementación de mejoras	34.5%	100%	52.5%
Pruebas de chi-cuadrado				
		Valor	gl	Sig. Asintótica
Chi-cuadrado de Pearson		13.727	1	.000
Razón de verosimilitudes		17.989	1	.000
Asociación lineal por lineal		13.384	1	.000

Tabla 4. Relación del nivel de incentivos y la capacidad de implementar mejoras

Conclusiones

El objetivo del presente estudio fue analizar la relación que existe entre el capital cultural y la implementación de mejoras en 40 empresas de la industria metal-mecánica en la ciudad de Celaya, Guanajuato, México. A través de tablas de contingencia se obtuvieron resultados importantes. Los resultados muestran que la capacitación y los incentivos están relacionados positiva y significativamente con la capacidad de la empresa de implementar mejoras en sus productos y procesos. Esto implica que las empresas que han mantenido un nivel de capacitación continuo en el manejo de maquinaria, seguridad e higiene, en aprender nuevas formas de organizar el trabajo, en calidad y mejora de procesos y productos y en trabajo en equipo, han capitalizado este conocimiento adecuadamente, pues se ha visto reflejado en una mayor capacidad de implementar mejoras en procesos productos. En este sentido, podemos concluir que la capacitación es una inversión en el personal que genera beneficios muy claros. Así mismo, los incentivos que ofrece la empresa al personal cuando éste mantiene altos niveles de productividad, cuando genera méritos por puntualidad, buen trabajo en equipo, detección de errores o cuando obtiene resultados sobresalientes, han resultado ser una medida que tiene un impacto positivo en el desempeño de la organización, pues alienta a los trabajadores a desarrollar propuestas de mejora. Estos resultados indican que el recurso humano es de gran importancia para mejorar las capacidades de innovación de las empresas, toda vez que es un recurso intangible que tiene gran potencial de generar ventajas competitivas.

El nivel escolar del personal de la empresa resulta no estar relacionado con el nivel de mejoras que implementa la empresa. Es decir, resulta mas importante la capacitación y los incentivos que el nivel de escolaridad del personal. Esto puede deberse que el nivel escolar promedio de la muestra es bajo y que la experiencia en el ramo y la misma capacitación recibida, han venido a sustituir las limitantes de conocimiento que hubiera podido tener el personal.

Referencias

- Bell, M. y Pavitt, K. (1995). "The Development of Technological Capabilities", en el libro "Trade, technology and International Competitiveness" de Haque, Economic Development Institute of the World Bank, en <http://books.google.com.mx> (vi: 12 de mayo de 2012).
- Black, J. y Boal, K. (1994). "Strategic resources: Traits, configurations and paths to sustainable competitive advantage", *Strategic Management Journal*, 15(2), 31-148.
- Contreras, R., López, A. y Molina, R. (2011). *Emprendimiento, dimensiones sociales y culturales en las Mipymes*. México, Ed: Pearson.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2009). Censos económicos 2009. Resultados definitivos.
- García, F. y Navas, J. (2007). "Las Capacidades Tecnológicas y los Resultados Empresariales. Un estudio empírico en el sector biotecnológico español", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, no. 32, 177-210.
- Gonsen, R. (1996). *Formas de capacidades tecnológicas en la industria moderna de bioprocesos en México. Una reflexión sobre el proceso de aprendizaje. Espacios*. Vol. 17 (3).
- Grant, R. (1991). "The Resource Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation", *California Management Review*, en http://www.skynet.ie/~karen/Articles/GrantI_NB.pdf, pp.114-135
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialisation. *World Development*, 20(2), 165-86
- Marcelle, G. (2007). Technology acquisition and domestic learning. *Science and Development Network*. Policy Briefs.
- Miller, D. y Shamsie, J. (1996). "The Resource Based View of the Firm in Two Environments: The Hollywood Film Studios From 1936 to 1965", *Academy management Journal*, 39(3), 519-543.
- Prahalad, C. y Hamel, G. (1990). "The Core Competence of the Corporation". *Harvard Business Review*, 68(3), 79-91.
- Velarde, E., De la Garza, E. y Coronado, E. (2012). "El Desarrollo de Capacidades Tecnológicas y la Vinculación con Instituciones Educativas y Gubernamentales en las Pymes de la Industria Metalmeccánica de la región Centro de Coahuila, México", *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 5(2), 43-56.
- Wiklund, J. y Shepher, D. (2003). "Knowledge-based resources, entrepreneurial orientation, and the performance of small and medium-sized businesses", *Strategic Management Journal*, 24(13), 1307-1314.

Redes de Petri aplicadas en diagnóstico de fallas en el sector servicios

Dra. Carmen Guadalupe López Varela¹, Dr. José Fernando Hernandez Silva², M.C. Jesús Ramón Ochoa Gallegos³

Resumen— Este artículo se enfoca en el diagnóstico de fallas en el sector servicios. El diagnóstico se basa en modelos de referencia que describen únicamente el comportamiento normal del sistema y en el comportamiento generado por este durante su operación. Esta técnica permite identificar cualquier desviación de comportamiento con respecto al descrito en el modelo, como una señal de funcionamiento anómalo del sistema. El objetivo de esta investigación es mostrar como la técnica de Diagnostico a Base de Modelos puede ser utilizada en contextos no automatizados o semiautomatizados como el sector servicios. Tanto el modelo del sistema como la función de diagnóstico son implementadas en redes de Petri dada su versatilidad para modelar y verificar la validez de estos modelos. Los procesos llevados a cabo en el autoservicio de una cafetería con un servidor, son utilizados para ejemplificar las funciones de detección y diagnóstico.

Palabras clave—Redes de Petri, Sector servicios, Diagnóstico de fallas, Modelos.

Introducción

El problema del diagnóstico de fallas ha recibido notable atención en la comunidad científica, sobre todo en el contexto de sistemas automatizados dedicados a la manufactura, en donde se han desarrollado una gran cantidad de métodos para realizar el tratamiento de una falla. Sin embargo, las fallas no son menos probables en sectores diferentes al manufacturero, por el contrario, los diferentes procesos surgidos de la operación de organizaciones dedicadas a ofrecer un servicios, tiene una mayor probabilidad de incurrir en fallas originadas por la interacción de los seres humanos con los componentes del sistema (Carlson et al., 2005).

En México el sector servicios representa mas del 50% de la producción total de bienes y servicios, lo que se traduce en un derrame económico correspondiente al 61.8 del PIB de nuestro país (INEGI, 2013). Las fallas en los servicios otorgados por este sector, pueden generar grandes perdidas para las organizaciones, de ahí la importancia de contar con mecanismos robustos que permitan identificar y corregir la ocurrencias de cualquier anomalía antes de que sea percibida por el cliente.

El objetivo de este artículo es proponer un método de diagnóstico de fallas para el sector servicios que detecte la ocurrencia de cualquier anomalía y que al mismo tiempo identifique el área responsable de la falla para que pueda ser corregida y regresar el sistema a un funcionamiento normal.

Sector servicios

La estrategia de cualquier empresa debe contemplar a sus competidores, sin importar si es de bienes o servicios. A partir de ella las empresas generan sus estrategias planes de acción que le permitan mantener la lealtad de sus clientes. La calidad en el servicio es procesado por el cliente como una comparación en el desempeño ofrecido por la empresa, diferentes puntos de referencia (competidores) y aspectos concebidos durante la expectativa de cliente (Heizer, 2014). Cualquier desviación en el servicio con respecto a estas expectativas puede transformarse en decisiones de compra favoreciendo a los competidores. La no calidad puede generar perdida de clientes, disminución de compras, retraso en pagos, devolución de mercancías, pérdida total de la mercancía, entre otros. La ocurrencia de las fallas en el servicio deben ser identificadas oportunamente para evitar ser percibidas por el cliente desencadenando reacciones indeseables. Diferentes técnicas han sido utilizadas para diagnosticar la calidad de los servicios como grupos de enfoque, cuestionarios, diagramas Ishikawa, entre otros. Sin embargo, empresas como FedEx realizan el monitoreo de sus procesos en tiempo real lo que le ha permitido encabezar la lista de empresas de alta calidad en sus servicios.

¹ Dra. Carmen Guadalupe López Varela es Profesora de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Culiacán, Sinaloa cglopez@itculiacan.edu.mx (**autor correspondal**)

² Dr. José Fernando Hernandez Silva es Profesor de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Culiacán, Sinaloa fhernandez@itculiacan.edu.mx

³ M.C. Jesús Ramón Ochoa Gallegos es Profesor de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Culiacán, Sinaloa choaga@itculiacan.edu.mx

Diversas técnicas han sido utilizadas para monitorear procesos en tiempo real como el diagnóstico a base de modelos, descrito en la siguiente sección.

Diagnóstico a Base de Modelos

El Diagnóstico a Base de Modelos (DBM), ha sido introducido por la comunidad de Inteligencia Artificial (IA), en Estados Unidos a mediados de los años 70 y fue formalizado en los 80. En esta técnica el elemento central para diagnosticar las fallas de un sistema, es uno o varios modelos que representen el comportamiento esperado del mismo. El principio del DBM consiste en confrontar el comportamiento del sistema observado con el comportamiento contenido en el modelo para determinar la existencia de cualquier anomalía observable llamada síntoma de falla. Dos corrientes han emergido de este razonamiento para el diagnóstico, cuya diferencia radica en el tipo de comportamiento descrito en el modelo utilizado como referencia.

Modelo de fallas

La técnica de diagnóstico se apoya en modelo de fallas, en donde este captura el comportamiento disfuncional del sistema bajo estudio (Genc et al., 2006). Un modelo de fallas describe el conocimiento sobre las fallas que pueden ocurrir y además incluye el comportamiento correcto de cada uno de los elementos que componen el sistema. En este contexto es necesario identificar a priori todas las fallas que pueden generarse en los componentes, lo que limita la tarea de detección a la cantidad de fallas censadas. El principio de detección se realiza por corroboración de comportamientos observados con respecto a los comportamientos contemplados en el modelo. Sin embargo, algunos conflictos pueden ser generados cuando el modelo no concuerda con las observaciones arrojadas por el sistema. La figura 1 muestra este razonamiento.

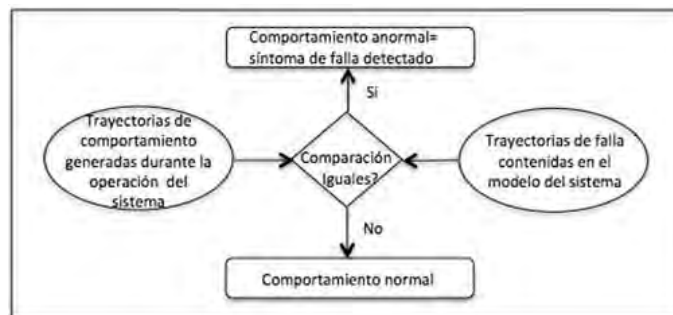


Figura 1.- Diagnóstico a base de modelos de fallas

Modelo de comportamiento normal

El modelo utilizado en este contexto se basa en el conocimiento estructural y funcional del sistema. El conocimiento funcional da el comportamiento dinámico y estático de cada componente en funcionamiento correcto. El conocimiento estructural es modelado como las interacciones y conexiones entre los componentes (Soldani et al., 2006; López et al., 2007). Este conocimiento debe permitir calcular el comportamiento normal del sistema en respuesta a una solicitud de un cliente o usuario. El comportamiento está dado en este modelo por el conjunto de trayectorias (estados y transiciones) que muestran la evolución del sistema provocado en los diferentes elementos que lo integran a la llegada de un evento. El principio de diagnóstico en esta técnica se realiza mediante la comparación de la coherencia entre los comportamientos observados y los comportamientos descritos por el modelo, cualquier discrepancia entre ambos es tomada como un síntoma de falla. La figura 2 refleja este principio de diagnóstico.

Este artículo explora la técnica de diagnóstico utilizando como referencia modelos de comportamiento normal dada la capacidad de esta en identificar cualquier comportamiento diferente al considerado como normal.

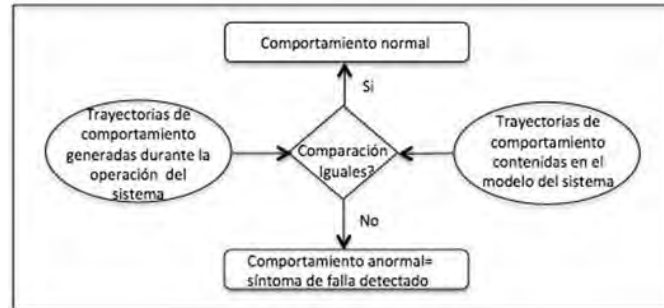


Figura 2.- Diagnóstico a base de comportamiento normal

Redes de Petri para el diagnóstico

Una de las herramientas comunmente utilizadas para formalizar la técnica DBM y modelar el comportamiento de los sistemas son las redes de Petri, dada su versatilidad para representar las trayectorias del sistema y analizar la validez del modelo. Desarrolladas por Adam Petri en 1962, esta herramienta permite describir las relaciones existentes entre condiciones y eventos. Graficamente, una red de Petri es un grafo que contiene dos tipos de nodos: plazas y transiciones. Una plaza es representada por un circulo y una transición es representada por una raya o un rectángulo. Las plazas y las transiciones estan ligadas por arcos orientados saliendo de una plaza a una transición o de una transición a hacia una plaza. Cada plaza contiene una número entero (positivo o nulo) de marcas. La distribución de las marcas en las plazas en un cierto instante del tiempo, define el estado de la red y por ende también el estado del sistema modelado. La evolución de los estados corresponde a una evolución de los marcajes de las plazas, los cuales son provocados por la activación de las diferentes transiciones que contiene la red. La activación de una transición se puede efectuar solamente si las plazas que entran en esta transición, contienen el suficiente número de marcas, es decir, un número al menos igual al peso del arco que liga la plaza a la transición. La activación de la transición consiste en retirar de las plazas entrantes, un cantidad igual al peso del arco entrante y colocar el número de marcas igual al peso del arco de salida en las plazas unidas a él. La definición formal de esta herramienta es dada a continuación (Diaz, 2001):

Una red de Petri puede ser definida por $R = (P, T, Pre, Post)$,

donde

P es el conjunto finito de plazas.

T es el conjunto finito de transiciones.

$Pre: P \times T \rightarrow N$ es la aplicación de plazas precedentes que definen los arcos saliendo de las plazas hacia las transiciones.

$Post: P \times T \rightarrow N$ es la aplicación plazas siguientes que definen los arcos saliendo de las transiciones hacia las plazas.

$Pre(p, t)$ es el peso del arco de la plaza p a la transición t ; $Post(p, t)$ es el peso del arco de la transición t a la plaza p . Una red de Petri marcada es definida por (R, m) en donde R representa la red de Petri y la $m: P \rightarrow N$ es una aplicación llamado marcaje. En la red una transición es sensibilizada o activada si:

$$\forall p \in P \quad M(p) \geq Pre(p, t)$$

donde $M(p)$ denota el número de marcas que contiene la plaza p . La evolución del marcaje de una plaza p después de la activación de la transición t es calculada por la ecuación fundamental de una red de Petri:

$$M'(p) = M(p) + C(p, t)$$

donde C es la función de incidencia de la red definida por

$$P \times T \xrightarrow{C} N$$

$$C(p, t) = Post(p, t) - Pre(p, t)$$

y representa la variación del marcaje inducido sobre la plaza p por el disparo de la transición t . Bajo la forma matricial esta ecuación es generalizada a

$$M' = M + C \cdot \bar{s}$$

donde \bar{s} es un vector de $N^{|T|}$ en el que la componente s_i indica el número de disparos de la transición t_i en la secuencia considerada. La figura 3 muestra la representación de una red de Petri y sus componentes. Esta red modela una actividad con sus pre-condiciones y pos-condiciones.

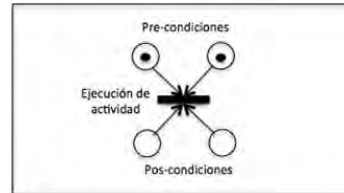


Figura 3.- Representación de una actividad con redes de Petri

Tratamiento de fallas

Consideremos como sistema una cafetería, con un autoservicio de un solo servidor y dos tipos de procesos posible para surtir el pedido de un cliente, representado en la red de Petri de la figura 4 a). Esta red muestra el comportamiento esperado del sistema luego que es recibida una orden del cliente. El marcaje inicial de la red es $M = [100000000]^T$, donde la plaza p_1 está marcada y representa un cliente en el sistema esperando para ser atendido. La transición e_i esta asociada a las diferentes actividades del proceso seguido para surtir el orden de un cliente, tomando en cuenta un cliente a la vez. El proceso 1, esta conformado por las plazas $P1 = \{p1, p2, p3, p4, p5, p6\}$ y transiciones $T1 = \{e1, e2, e3, e4, e5, e6\}$. El proceso 2, se compone de las plazas $P2 = \{p1, p2, p3, p7, p8, p9\}$ y las transiciones $T2 = \{e1, e2, e7, e8, e9, e10\}$. Las plazas $p6$ y $p9$ indican el surtimiento de la orden al cliente para cada subprocesso respectivamente. La figura 4 b) muestra el gráfico de estados de la red. En este se pueden distinguir dos trayectorias que definen el comportamiento normal del servicio de la cafetería. La primera trayectoria captura el comportamiento normal esperado para el proceso 1 (asociado al producto 1), y está descrito por el conjunto de estados E_j y transiciones $CP1 = (E1, e1, E2, e2, E3, e3, E4, e4, E5, e5, E6, e6, E1)$. El segundo proceso (asociado a un producto 2) esta dado por la trayectoria $CP2 = (E1, e1, E2, e2, E3, e7, E7, e8, E8, e9, E9, e10, E1)$. Supongamos que a la llegada de un cliente elige el producto 1 (proceso 1), el comportamiento del sistema para surtir el pedido es el proceso formado por los estados y eventos generados durante su funcionamiento, $CO1 = (E1, e1, E2, e2, E3, e3, E4, e4, E5, e5, E6, e6, E1)$. Si buscamos en el modelo la trayectoria que define el comportamiento observado, encontramos que $CP1 = (E1, e1, E2, e2, E3, e3, E4, e4, E5, e5, E6, e6, E1)$, contiene esta misma trayectoria, la cual empata perfectamente en la secuencia y conjunto de estados y eventos. Consideremos ahora la llegada de un segundo cliente que ordena un producto 2 (proceso 2). El comportamiento del sistema para surtir este nuevo pedido del cliente esta definido por la secuencia $CO2 = (E1, e1, E2, e2, E3, e7, E7, e8, E8, e9, E9, e10, E1)$. Sin embargo para el proceso 2, se esperaba una trayectoria $CP2 = (E1, e1, E2, e2, E3, e7, E7, e8, E8, e9, E9, e10, E1)$. La función de diagnostico, al realizar la comparación de trayectorias en secuencia de transiciones y estados se realiza por $DP2_k$

$$DP2_1 = E_1^{CO2}, E_1^{CP2} \xrightarrow{e1^{CO2}, e1^{CP2}} E_2^{CO2}, E_2^{CP2}$$

El análisis parte del estado inicial $E1$ para ambas trayectorias, las cuales evolucionan de manera sincrona hacia el estado $E2$ con el evento $e1$. En este último estado el evento $e2$ genera la evolución sincronizada de ambas trayectorias hacia el estado $E3$ como es mostrado por $DP2_2$

$$DP2_2 = E_2^{CO2}, E_2^{CP2} \xrightarrow{e2^{CO2}, e2^{CP2}} E_3^{CO2}, E_3^{CP2}$$

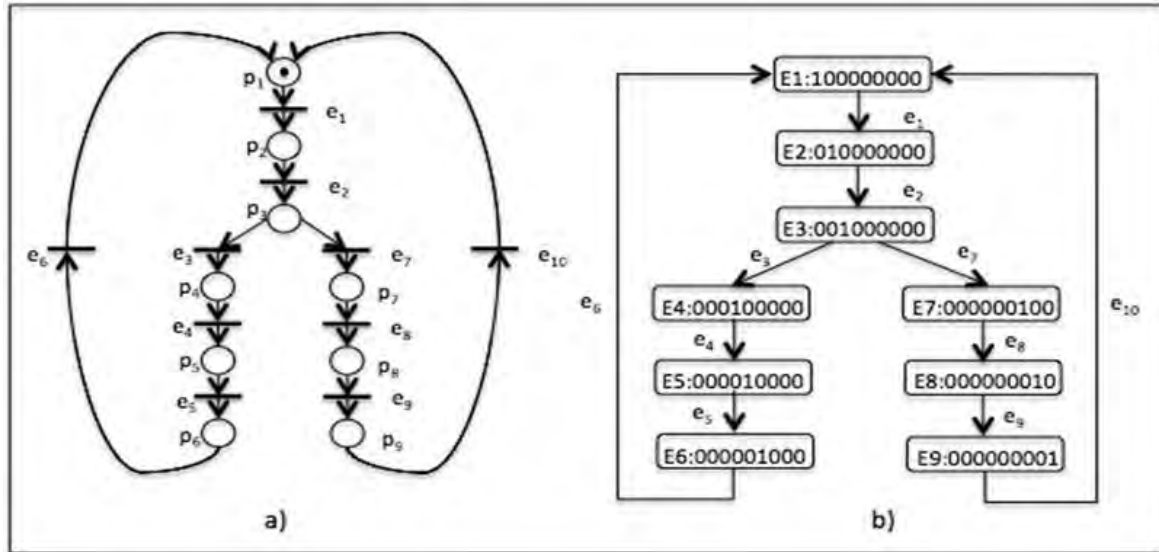


Figura 4.- a) Red de Petri de comportamiento normal, b) gráfico de estados del comportamiento normal

A la llegada del evento e_7 en el estado E_3 ambas redes de Petri migran al estado E_7 , hasta este estado, el comportamiento del sistema es completamente normal sin observación alguna de anomalía.

$$DP2_3 = E_3^{co2}, E_3^{cp2} \xrightarrow{e_7^{co2}, e_7^{cp2}} E_7^{co2}, E_7^{cp2}$$

Sin embargo, a partir de este último estado alcanzado, la evolución de las trayectorias se desincronizan al emigrar CO2 al estado E_z con el evento e_z (evento completamente anómalo) y CP2 al estado E_8 como estaba descrito por el modelo a la ocurrencia del evento e_8 , el cual no es percibido por la función de diagnóstico en CO2 y genera automáticamente la detección de un síntoma de una falla afectando el funcionamiento normal del sistema como puede ser observado en $DP2_4$

$$DP2_4 = E_7^{co2}, E_7^{cp2} \xrightarrow{e_z^{co2}, e_8^{cp2}} E_z^{co2}, E_8^{cp2}$$

El diagnóstico identifica al evento e_z como responsable de la falta con respecto al modelo y analiza las actividades del estado E_7 del gráfico de estado con marcaje $M=[000000100]^T$ como un posible responsable de la evolución anormal o propagación de la falla. Esta anomalía debe ser tratada rápidamente, es decir, se deben tomar las acciones necesarias que permitan regresar al sistema a sus estados considerados normales. Lo anterior evitará que el cliente pueda percibirla como una falla en el servicio recibido, lo que puede interpretarse como orden errónea, incompleta, demasiado tiempo de espera, o incluso productos con mala calidad.

Uno de los principales problemas de la función diagnóstico en sistemas automatizados es la observabilidad del del sistema, seguida mediante las señales emitidas por los sensores distribuidos en él. Esta tarea dificulta la diagnosticabilidad (Lamperti et al., 2011), (Contant et al., 2006), concepto que ha generado gran atención en la comunidad científica de diagnóstico. En el sector servicios, la parte de la observabilidad puede ser implementada por señales de equipo de computo cuando son sistemas informatizados, por documentos emitidos luego de la realización de una actividad en los procesos manuales o una combinación de ambos.

Conclusiones

En esta investigación se abordó el problema de diagnóstico de fallas a base de modelo de comportamiento normal para el sector servicios. Siendo actualmente este sector tan importante para la economía de diversos países como México. Los procesos seguidos para generar un producto o servicio en este sector, no esta exento de anomalías involuntarias generadas por eventos no contemplados durante la operación normal del sistema. El artículo extiende a este sector, la técnica MBD utilizada comunmente en sistema automáticos. La función diagnóstico fue realizada implementado modelos de comportamiento normal en redes de Petri, lo que permitió detectar y

diagnósticar la ocurrencia de una discrepancia con el modelo de referencia. En esta técnica toda discrepancia es considerada un síntoma de falla ocurriendo en el sistema.

Es necesario continuar trabajando en la parte de la observabilidad del sistema para implementar mecanismos que permitan una visibilidad mayor en tiempo real y al mismo tiempo aumente la diagnosticabilidad de cualquier problema aquejando el sistema durante su operación.

Referencias

Jennifer Carlson, Robin R. Murphy, Andrew Nelson. "Follow-up Analysis of Mobile Robot Failures", Center for Robot-Assisted Search and Rescue, Computer Science and Engineering, Abril, 2005.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática, 2014
<http://www.inegi.org>

Pedro Lrrea, "Calidad en servicios: del marketing a la estrategia", Ed. Diaz Santos, España, 2010.

Genc, S. y Lafortune, S.. "A distributed algorithm for on-line diagnosis of place bordered petri nets. Proceeding of 16th International Federation of Automatic Control World congress, IFAC, 2006

Sampath M., Sengupta, Raja, Lafortune S. Sinnamohideen, K. "Diagnosability of discrete event systems". IEEE Transaction on Automatic Control, Vol.4, No. 9, pages 1555-1559, 1995.

Soldani, s. Combacau, M. Thomas, J. y Subias, A. "Intermittent fault detect, on trough message exchanges, a coherence based approach", 17th International Workshop on Principles of diagnosis DX, pag. 251-256, 2006.

Lopez Varela C., Subias, A, y Combacau M. "Approche detection base coherence:modeles pour le diagnostic". 3ème Colloque International Francophone performance et Nouvelles Technologies en Maintenance, PENTOM, 2007

Diaz M. "Les réseaux de Petri, modèles fondamentaux." Nouvelles Technologies serie Automatique, Paris, 2001.

Lamperti G., Zanella, M. "Monitoring of active systems with stratified uncertain observations". IEEE Transaction systems, Man and Cybernetics, Vol. 41, No. 2, pag. 356-369, 2011.

Contant, C., Lafortune, S. Teneketzis. "Diagnosability of Discrete Event Systems with Modular Structure. Springer Science and Business Media, 2006.

Centro de Cómputo Verde para la Alfabetización Digital en la Educación Básica en Zonas Rurales del Municipio de Centla, Tabasco

Dr. Edgar Martín Lorca Velueta y Lic. María de los Ángeles Salgado Cárdenas

Resumen—Este trabajo es el esfuerzo realizado desde hace tres años en el uso de Tecnología Informática Aplicada al Medio Ambiente, desde un enfoque educativo, como factor innovador en las Instituciones de Educación, en el municipio de Centla, Tabasco, México, para fortalecer las estrategias del proceso de enseñanza – aprendizaje.

Nos enfocamos en la Educación Básica en Zonas Rurales del municipio de Centla, realizando un análisis para la implementación de Centro de Computo Verde en las Escuelas de Educación Básica en Zonas Rurales, el proyecto está dividido en cuatro fases, Fase 1: Análisis, Fase2: Diseño, Fase 3: Implantación y Fase 4: Seguimiento, se muestran los resultados obtenidos en las primeras dos fases, donde se lleva acabo el reciclado de computadoras de escritorio (hardware) y el uso de software libre, con mínimo de inversión para las Instituciones Educativas.

Actualmente, se está realizando un convenio con una Institución de Gobierno para financiar dicho proyecto.

Palabras clave— Alfabetización digital, centro de cómputo verde, educación, tecnología informática.

Introducción

La educación en un país es lo más importante para que sus estudiantes forjen un mejor futuro, es por eso que desde hace tiempo se ha buscado métodos para contrarrestar el rezago Educativo en el Estado de Tabasco, especialmente en las Zonas Rurales, que es donde menos se tiene acceso al uso de las Tecnologías de la Información como apoyo a las clases presenciales desde la educación básica. Como parte de las actividades realizadas en la Línea de Investigación Tecnología Aplicada al Medio Ambiente y al Desarrollo Tecnológico Empresarial, en el Instituto Tecnológico Superior de Centla, se trabaja en desarrollo del proyecto Centro de Cómputo Verde para la Alfabetización Digital en la Educación Básica en las Zonas Rurales de Centla, utilizando equipos de cómputo reciclados y software libre, como Lucid Puppy LUPU, que es una distribución de Linux, beneficiando a estudiantes que carecen de recursos tecnológicos para mejorar la calidad educativa del municipio.

Para el desarrollo de la investigación, se realizaron trabajos con dos Instituciones Educativas Públicas de Nivel Básico, la Escuela Primaria Gabriel Leyva Solano que se encuentra ubicada en la R/a Felipe Carrillo Puerto Sur y la Escuela Primaria Simón Sarlat ubicado en Villa Cuauhtémoc, ambas en Centla, Tabasco.

Descripción del Método

Planteamiento del problema.

En las últimas décadas hemos observado un incremento de desechos de equipos de cómputo, que generan contaminación siendo un serio problema para para el medio ambiente, y para los que lo rodean tal como lo menciona Guido León (2010) donde señala que los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs) como: microondas, reproductores de música, computadoras, monitores, televisores, celulares, herramientas eléctricas, juguetes, etc., tienen sustancias contaminantes como plomo, mercurio, arsénico, cadmio y cromo hexavalente, las cuales son tóxicas y poseen gran capacidad de dañar el ambiente y afectar la salud de la población. Así mismo, los niños, docentes y padres no utilizan las herramientas tecnológicas que existen, y en su gran mayoría ni si quiera cuentan con dispositivos electrónicos, por lo tanto no adquieren las habilidades y conocimientos para utilizarlos en el desarrollo de competencias y el cuidado del medio ambiente. En ambas Escuelas Primarias, no cuentan con un centro de cómputo como instrumento para el crecimiento tecnológico. De acuerdo al INEGI, en Centla el 97.6% asisten a la escuela de educación primaria entre la edad de 6-11 años, los cuales el 70% cuenta con equipo de cómputo gracias al programa federal computadora MX. Este porcentaje no tiene el conocimiento ni la preparación para usar eficientemente el equipo de cómputo.

Método.

Se realizó una extensa investigación sobre trabajos relacionados con el uso de la Tecnología Informática Aplicada al Medio Ambiente, desde un enfoque educativo, tal como lo muestra Lorca (2014), en su publicación, muestra la importancia que tiene el uso de las herramientas informáticas en el desarrollo objetos de aprendizajes digitales basados en competencias, para el desarrollo de la cultura ambiental en la educación básica, como una estrategia para contrarrestar la falta de concientización en el cuidado del medio ambiente desde las instituciones de educación. Tomando como base esta propuesta, el método de estudio que se utilizó para realizar la investigación es de tipo experimental, debido a que las variables del estudio controlan, ya sea el aumento o disminución del mismo por las conductas observadas, las variables manipuladas en una situación es para saber el efecto que se va obtener en el futuro, las variables que se tomaron en cuenta, son los docentes y alumnos. La propuesta se basa en el uso de la estrategia educativa tecnológica, con el uso de equipos de cómputos reciclados y el uso de software libre en la

educación básica, esto permitirá mostrar un gran impacto en varios ámbitos, como en la educación y la sociedad, brindando conocimiento sobre el cuidado del medio ambiente, con la reutilización de equipos de cómputo y el uso de software de distribución gratuita.

Métodos de recolección de información.

Para llevar a cabo el análisis de la situación actual que tienen las instituciones públicas en las zonas rurales con respecto al uso de equipos de cómputo para reforzar las clases presenciales y desarrollar nuevas competencias tecnológicas, utilizamos dos métodos para la recolección de información, el primero fue la encuesta, ya que, fue un considerable número de involucrados, se aplicó a los tres actores principales de la educación *profesores-alumnos-padres de familia*, como se muestra en la figura 1. El segundo método que utilizamos fue la observación, permitiéndonos constatar la situación real de las escuelas, en relación al equipamiento descrito con anterioridad.



Figura 1.- Actores de la educación

Con la ayuda de estos métodos conocimos la situación actual de las escuelas citadas, teniendo así las bases para el desarrollo de nuestro proyecto.

Población y muestra.

La población como objeto de estudio se constituyó por alumnos de 5º y 6º grado turno matutino de las dos escuelas citadas, esto en relación, a las encuestas realizadas a los profesores y padres de familia, quienes nos dieron la referencia de que los alumnos de estos grados tienen un acceso al uso de equipo de cómputo en sus casas, tomando como muestra a 300 personas, entre docentes, alumnos y padres de familia que nos permitieron recopilar información, para que pudiéramos tomar en cuenta los elementos necesarios para el desarrollo de la investigación y dar una mejor solución a la misma.

Descripción de las actividades.

El proyecto está dividido en cuatro fases, Fase 1: Análisis, Fase 2: Diseño, Fase 3: Implantación y Fase 4: Seguimiento y Mantenimiento. La primera actividad de la Fase 1, fue la recopilación de información sobre dos aspectos importantes, aquella relacionada con el tema de Centro de Cómputo Verde y aquella que se relaciona con el uso de equipos de cómputos en las escuelas primarias citada. El primer aspecto nos permitió relacionarnos con el tema y buscar casos de éxito, tal es el caso de la Fundación MIN y RET, que realizan acciones para mejorar la educación en México, donando equipos de cómputo y capacitaciones en zonas que lo necesiten. En base a esta información, nos dimos cuenta que, otras personas tienen el mismo interés en cuidar el medio ambiente y apoyar en la calidad de la educación básica. El segundo aspecto, nos permitió conocer el estatus que tienen los actores de la educación con respecto al uso de los equipos de cómputo dentro de sus actividades académicas.

Por otro lado, una de las actividades que se realizó dentro de la Fase 2, fue organizar campañas de recolección de equipos de cómputo (hardware), con la ayuda de Instituciones públicas y privadas locales, a lo cual, hubo una gran captación de la sociedad, mostrando gran empeño por ayuda a esta noble causa. Seguido esta actividad, se realizó la limpieza y puesta en marcha de los equipos, revisando para ello las piezas que estaban en buen estado y sustituyendo aquellas que no lo estaban. Las dividimos en tres bloques, las del gabinete (como lo es la tarjeta madre, el disco rudo, memoria ram, fuentes de poder, procesador, ranuras, unidad de CD), el monitor, y el mouse y teclado, como lo muestra la figura 2.

1. Monitor (Plasma ó pantalla plana)
2. Tarjeta Madre
3. Procesador
4. Ranuras IDE
5. Memoria Ram
6. Tarjetas PCI (video, modem, audio, etc)
7. Fuente de Poder
8. Unidad de CD-ROM
9. Unidad de Disco Flexible
10. Teclado
11. Raton

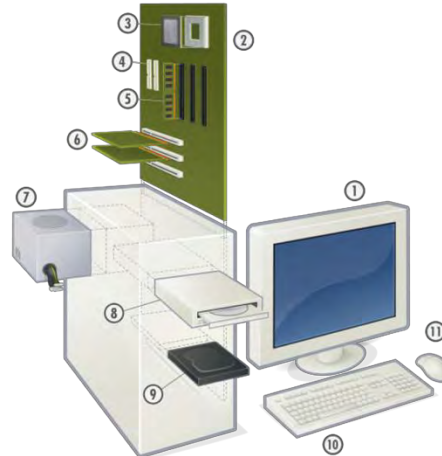


Figura 2.- Partes de un equipo de cómputo.

Se instaló el sistema operativo de distribución libre Lucid Puppy Lupu, en la versión 5.2.8, como lo muestra la figura 3, la cual fue lanzada en Abril 2012 basado en Ubuntu 10.04, por su desempeño es muy ligero e incluso si la computadora no tiene disco duro se puede trabajar desde un USB de arranque, y también es portable, se verifico que su funcionamiento fuera eficiente, realizando pruebas sobre el uso del mismo, posteriormente se elaboraron manuales de instalación del sistema operativo y de usuario, para entender el funcionamiento del software paso a paso y de un mejor rendimiento al mismo.



Figura 3.- Icono del sistema operativo Puppy Lupu, en la versión 5.2.8.

En la Fase 3, se utilizó como primera instancia en un espacio del ITSCe, ubicado en el Centro de Desarrollo de Tecnologías de la Información e Idiomas - CDTI para realizar las pruebas pertinentes como: Mejorar el rendimiento (Espacio en memoria y en disco, tiempo de procesador, tiempo de disco, contención, coste de los procesos auxiliares), Escalabilidad (Volumen de usuarios y datos), Disponibilidad / Integridad, Facilidad de administración, Integridad, en esta etapa, nos dimos cuenta que el uso de esta combinación hardware reutilizable y software libre, son un excelente ayuda en las zonas donde la tecnología no puede llegar de forma natural debido a los grandes desafíos burocráticos.

La fase 4, es la implantación de dicho centro de cómputo verde en las escuelas primarias Gabriel Leyva Solano y Simón Sarlat, la cual permitirá hacer una aportación favorable en la educación básica, formando estudiantes capaces de enfrentar más retos y ser más competitivos, que pueda interactuar con las herramientas tecnológicas y cumplir con todos los requisitos para una formación de calidad. Esta fase está en proceso, ya que se requieren realizar trámites para obtener los permisos y poder implantarlo en las instituciones educativas, así como adecuar el espacio para dicho proyecto. Se realizaron manuales de instalación del sistema operativo, así como, manuales de usuarios, donde viene explicado el uso de esta nueva tecnología.

La fase 5, está detenida por la fase anterior, pero se establecieron los lineamientos para realizar las actividades correspondientes, como lo es, el seguimiento para constatar la funcionalidad del Centro de Cómputo Verde implantado en las instituciones, así como el mantenimiento pertinente. Estas actividades, permiten fortalecer el desarrollo de las clases presenciales, así como, la concientización a la sociedad estudiantil y general, sobre el cuidado del medio ambiente, ya que es tarea de todos y responsabilidad mantenerla.

Comentarios Finales

El desarrollo del proyecto, nos ha permitido conocer en gran medida los elementos necesarios para poder expandir el proyecto a otras instituciones de educación básica en primera instancia y posteriormente en las de nivel media y superior. El aporte principal de esta investigación, es equipar a las escuelas con centros de cómputo verde, con una inversión poca y un gran alcance.

Resumen de resultados

El Centro de Cómputo Verde para la Alfabetización Digital en la Educación Básica en Zonas Rurales de Centla se encuentra instalado en el Instituto Tecnológico Superior de Centla, ofreciendo un servicio de calidad con personal altamente capacitado, obteniendo la satisfacción de brindarles a los estudiantes de educación básica la oportunidad de que puedan enriquecer sus conocimientos. Del 25% de las encuestas realizadas a los docentes están a favor de la implantación de dicho proyecto en la institución porque sería un gran impacto que tendría el municipio además de que ayudara a los alumnos a motivarlos a través de la interacción, aunque el cuerpo académico desempeña roles insustituibles por la tecnología, pero si mayor es el uso tecnológico en los ambientes del aprendizaje, mayor será el valor que los conocimientos que adquirirán los docentes y los alumnos. El 55% de los alumnos comprenden que el desarrollo de esta estrategias en las escuelas permitirá contribuir en la formación integral académico y desarrollo del aprendizaje. El 20% de los padres de familia buscan el bienestar de sus hijos, con este proyecto ven la forma de que impactara de manera favorable el desempeño del estudiante, preparándolos para el futuro competitivo. Con esto sabemos que las escuelas antes mencionadas buscan un proceso para dar un nuevo cambio que les permita adaptarse a la necesidad de brindar mayor cobertura educativa con calidad y flexibilidad, apoyando a la educación con medios eficaces como es el uso de las tecnologías.

Conclusiones

En este proyecto se espera que el rezago educativo sea mucho más bajo y que los alumnos que tienen la oportunidad de disfrutar de esta maravillosa experiencia compartan con otros compañeros lo aprendido, así mismo tener una base para enfrenarse a los retos tecnológicos durante su formación académica. Con este proyecto se ha visto un gran avance al introducir la tecnología al sistema educativo, con esto estamos dando un paso grande en avanzar y atacar al analfabetismo digital. En la actualidad se ve que el software libre va creciendo rápidamente, es por ello que nos da una ventaja de brindarle al alumno desde su infancia vaya familiarizándose con este, y que en el futuro le cueste menos trabajo el aprendizaje dentro de este ámbito., al usar el centro de cómputo verde estaremos ayudando al crecimiento del cuidado del medio ambiente publico tal como lo dice el Dr. Luis Alberto Morales Rosales en su artículo computo verde, el hace énfasis en que es importante una relación positiva o menos negativa entre los componentes físicos de un equipo y su impacto al medio ambiente desde su creación hasta su desecho. Las instituciones buscan nuevas maneras de reducir costos, consumiendo menos energía y reducir efectivamente el consumo de potencia, buscando optimización y desarrollo de software.

Referencias

- Benítez, G., Riskey, A., & Lara, M. (2010). La basura electrónica: computadoras, teléfonos celulares, televisiones. *La ciencia y el Hombre*, XXIII (1). Disponible en internet en: <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol23num1/articulos/basuras/> documento recuperado el 29 de septiembre de 2014.
- Campderrich F. B. (2003). *Introducción a la Ingeniería Del Software*. En *Ingeniería del Software* (15). Aragón 182 08011 Barcelona: UOC.
- Dávila, Sguerra Manuel (2009). *GNU/Linux Software Libre y sus múltiples aplicaciones*. 1ª Edición (pág. 3) México: Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V.
- Guido León (2010). *Los Residuos Tecnológicos*. Disponible en internet en: http://www.ecoportat.net/Temas_Especiales/Basura_Residuos/los_residuos_tecnologicos. Documento recuperado el 29 de Septiembre 2014.
- Lorca Velueta, Edgar. *Tecnología Informática Aplicada al Medio Ambiente: Software para el Desarrollo de la Cultura Ambiental en la Educación Básica*. En: Ramos, M. (ed). *Congreso Internacional de Investigación y Redes de Colaboración*. (34º: 2014: Querétaro, México). Santiago de Querétaro, México, 2014, Vol. 1, pp. 1361-1382. ISBN 978-607-8324-16-3
- Zenyazen. (2008)¿Por qué el rezago educativo en México?. 01 Octubre 2014, de tva.com Sitio web: <http://de10.com.mx/detalle576.html>.
- Aprendiendo Linux, Aprovechando PCs viejos con Puppy Linux* (2013). Disponible en internet en: <http://linunoob.blogspot.mx/2013/10/aprovechando-pcs-viejos-con-puppy-linux.html> Documento recuperado el 27 de septiembre de 2014.
- Computo Verde Oportunidad para Sistemas Distribuidos* (2011). Disponible en internet en: <http://es.slideshare.net/alberto719/green-computing-12889226> Documento recuperado el 26 de septiembre de 2014.
- Definición de centro de cómputo* (2008). Disponible en internet en: <http://definicion.de/centro-de-computo/> Documento recuperado el 21 de septiembre de 2014.
- Hola Oaxaca* (2010).Disponible en internet en: <http://www.holaoaxaca.mx/oaxaquesos-llevan-la-tecnologia-a-zonas-marginadas-con-ayuda-de-software-libre-y-equipos-recicladost/> recuperado el 21 de septiembre de 2014.

Notas Biográficas

El **Dr. Edgar Martín Lorca Velueta** es profesor investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Centla, tiene la Maestría en Gestión de Tecnologías de la Información por la Universidad TecMilenio y el Doctorado en Sistemas Computacionales por la Universidad del Sur. Ha participado en Congresos Nacionales e Internacionales, con trabajos relacionados al Uso de Tecnología Informática para Aplicado al Medio Ambiente, desde un Enfoque Educativo. Lorca es autor de 4 publicaciones (una internacional y tres nacionales) y 12 ponencias (dos internacionales y 10 nacionales).

La **Lic. María de los Ángeles Salgado Cárdenas** es investigadora independiente, ha realizado trabajos relacionados con el uso de tecnología informática como apoyo a las clases presenciales en escuela de nivel medio superior.

APENDICE

Cuestionario utilizado en la investigación

Profesores

1. ¿Utiliza equipo de cómputo para realizar sus actividades académicas?
2. ¿Tiene equipo de cómputo propio?
3. ¿Reutiliza los equipos electrónicos que tiene en casa?
4. ¿Aplica usted el reciclado en su casa?
5. ¿Promueve en sus estudiantes el cuidado del medio ambiente?
6. ¿Ha participado en campañas para cuidar el medio ambiente?
7. ¿Utiliza equipo de cómputo como apoyo a sus clases presenciales?
8. ¿Cuenta la institución donde labora con un centro de cómputo?
9. ¿Estaría dispuesto a utilizar un centro de cómputo verde para apoyar sus clases presenciales?

Alumnos

1. ¿Utilizas la computadora para realizar tus actividades académicas?
2. ¿Tiene computadora propia?
3. ¿Has reutilizado algún tipo de equipo electrónico que tienes en casa?
4. ¿Sabes a que se refiere el término recalcular?
5. ¿Promueven en tu escuela el cuidado del medio ambiente?
6. ¿Has participado en campañas para cuidar el medio ambiente?
7. ¿Utilizas la computadora para realizar tus actividades académicas?
8. ¿La institución donde estudias cuenta con un centro de cómputo?
9. ¿Te gustaría utilizar un centro de cómputo verde con computadoras recicladas?

Padres de familia

1. ¿Utiliza computadora en su casa para realizar algún trabajo?
2. ¿Tiene computadora propia?
3. ¿Reutiliza los equipos electrónicos que tiene en casa?
4. ¿Aplica usted el reciclado en su casa?
5. ¿Promueve con sus hijos el cuidado del medio ambiente?
6. ¿Ha participado en campañas para cuidar el medio ambiente?
7. ¿Utiliza equipo de cómputo como apoyo a las actividades académicas de sus hijos?
8. ¿Existe un espacio libre cerca de su casa para que sus hijos puedan utilizar equipos de cómputo como apoyo a sus actividades académicas?
9. ¿Estaría dispuesto apoyar el proyecto de centro de cómputo verde en la institución donde estudia su hijo?

Diseño de un modelo de optimización matemática para la programación de cirugías en salas quirúrgicas de hospital pediátrico de Sinaloa

Ing. Samuel Oswaldo Loya Acosta¹, Dra. Carmen Guadalupe Lopez Varela²,
Dr. José Fernando Hernández Silva³, M.C. Lorenzo Perez Vila⁴

Resumen—En este artículo se presenta una investigación llevada a cabo en el departamento de quirófanos del hospital pediátrico de Sinaloa en la cual se utiliza un modelo matemático para aprovechar al máximo el uso de las salas quirúrgicas. La investigación busca encontrar el tipo de método de programación lineal más apropiado para solucionar el problema antes citado. El modelo matemático surge después de analizar el proceso actual de programación de las salas de quirófanos, actualmente la programación de cirugías es manual y a criterio propio del cirujano, lo cual crea una incertidumbre para cumplir con los requerimientos del paciente y al mismo tiempo que contribuyan a lograr los criterios necesarios que solicitan los organismos de certificación actuales (SSA) y de los pacientes. Un modelamiento matemático adecuado que toma en consideración todas las variables que intervienen en este proceso aumenta el uso (productividad) de las salas quirúrgicas.

Palabras clave—Programación lineal, optimización, utilización de quirófanos, maximización.

Introducción

El trabajo de investigación en el área de quirófanos de cualquier hospital resulta complicado debido a la múltiple cantidad de variables interactuando para lograr un resultado favorable para el paciente. En el sector de los servicios de salud sin importar el sector al que pertenezcan: hospitales privados, clínicas particulares o gubernamentales, la programación de las salas quirúrgicas juega un papel muy importante para lograr sus objetivos de mantener bajos índices de mortalidad. La productividad se define como el número de actividades realizadas por unidad de recurso existente en un tiempo dado. En un ambiente hospitalario tal eficiencia podría medirse por ejemplo con las consultas por hora médico, el número de egresos por cama, las placas radiológicas por día, etc. Este artículo realiza un análisis de ocupación de la ocupación actual de los quirófanos y propone el diseño de un modelo de programación matemática que permita optimizar la utilización de los mismos.

Las condiciones actuales del departamento de quirófanos de hospital pediátrico de Sinaloa carece de una herramienta que guíe hacia una programación eficiente de cirugías que genere un máximo aprovechamiento de las de las salas quirúrgicas del hospital. La programación actual es realizada manualmente por el departamento de quirófanos. Este departamento programa única y exclusivamente en función de los criterios que cada cirujano especialista determina como necesidad. Este estilo tradicional se traduce en una baja programación de cirugías y por lo tanto un bajo rendimiento de las salas quirúrgicas, Además, innumerables errores humanos son cometidos en este proceso realizado de forma manual. El objetivo de este trabajo de investigación es proponer un modelo de optimización matemática que maximice la productividad de los quirófanos.

Problema de asignación de quirófanos

El departamento de quirófanos cuenta con una jefatura que programa las cirugías diariamente, de acuerdo a una base semanal de necesidades las cuales alimenta el cirujano personalmente. Toda la información contenida en la base de datos, sirven para la planeación del orden y números de cirugías que realiza el cirujano. La organización de los datos de trabajo es medido en cirugías por especialidad, separadas por la duración, prioridad, tipo de cirugías, turno asignado del cirujano y las necesidades de la jefa de las salas quirúrgicas del hospital pediátrico de Sinaloa. Se enlistan a continuación las especialidades que practican cirugías en el hospital:

¹ El Ing. Samuel Oswaldo Loya Acosta es alumno de la maestría de ingeniería industrial en el instituto tecnológico de Culiacán.

² La Dra. Carmen Guadalupe López Varela es profesora de la maestría y licenciatura de ingeniería industrial en el instituto tecnológico de Culiacán, Mexico cglopez_it@yahoo.com.mx

³ El Dr. José Fernando Hernández Silva es profesor de la maestría y licenciatura de ingeniería industrial en el instituto tecnológico de Culiacán, Mexico fernand78@yahoo.com.mx

⁴ El M.C. Lorenzo Perez Vila es profesor de la maestría y licenciatura de ingeniería industrial en el instituto tecnológico de Culiacán, Mexico Lorenzo_vila@yahoo.com.mx

Oftalmología, dental maxilofacial, cirugía pediátrica, cirugía reconstructiva, cirugía cardiovascular, neurocirugía, traumatología & ortopedia, otorrinolaringología, dental.

La muestra que se contempla a analizar corre a partir de un mes después de implementado el modelo matemático, con la finalidad de poder realizar una comparación con la programación manual que actualmente se lleva a cabo en las salas quirúrgicas. Cabe mencionar que los siguientes datos fueron tomados en cuenta de acuerdo a los lineamientos y necesidades de hospital.

El turno asignado para cada cirujano, la cantidad de pacientes que puede operar un cirujano, promedio nacional de cirugías por quirófano en cada turno, respetar la experiencia del cirujano para operar, no modificar el tiempo de set up de cada operación.

En el primer apartado de la organización de los datos se encuentra la matriz de organización de los cirujanos que realizan los procedimientos quirúrgicos la cual contiene el turno, día, sala quirúrgica asignada y nombre del cirujano. Esta matriz manual se administra por la jefatura de quirófanos para tener un control de las variables antes mencionadas y así mismo se presenta a continuación:

PROGRAMACIÓN QUIRÚRGICA DE HOSPITAL PEDIÁTRICO DE SINALOA						
	SALA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
T U R N O M A T U R N O	QUIROFANO 1 (8:00AM- 14:00PM)	CIRUGIA RECONSTRUCTIVA Dr. 1 (8:00am – 11:00am)	Dr. 6 (8:00AM- 14:00PM)	CIRUGIA PEDIATRICA Dr. 10 (8:00AM- 14:00PM)	NEUROCIROGIA Dr. 6 (8:00AM- 14:00PM)	CIRUGIA PEDIATRICA Dr. 10 (8:00AM- 14:00PM)
		OFTALMOLOGIA Dra. 2 (11:00am- 14:00pm)				
V E S P E R Y I N O	QUIROFANO 2 (8:00AM- 14:00PM)	CIRUGIA CARDIOVASCULAR Dr. 3 (8:00AM- 14:00PM)	Dr. 7 (8:00AM- 14:00PM)	TRAUMATOLOGIA Y ORTOPIEDIA Dr. 11 (8:00AM- 14:00PM)	TRAUMATOLOGIA Y ORTOPIEDIA Dr. 11 (8:00AM- 14:00PM)	CIRUGIA PEDIATRICA Dr. 7 (8:00AM- 14:00PM)
		TRAUMATOLOGIA Y ORTOPIEDIA Dr. 4 (14:00PM-20:00PM)	SERVICIO DENTAL MAXILOFACIAL Dr. 8 (14:00PM-20:00PM)	OTORRINO Dr. 12 (14:00pm – 17:00pm)	CIRUGIA PEDIATRICA Dr. 9 (17:00pm- 20:00pm)	OTORRINO Dr. 12 (14:00pm – 17:00pm)
V E S P E R Y I N O	QUIROFANO 2 (14:00PM-20:00PM)	NEUROCIROGIA Dr. 5 (14:00PM-20:00PM)	CIRUGIA PEDIATRICA Dr. 9 (14:00PM-20:00PM)	DENTAL Dra. 13 (14:00PM-20:00PM)		OFTALMOLOGIA Dr. 14 (14:00pm- 20:00pm)
					TRAUMATOLOGIA Y ORTOPIEDIA Dr. 4 (14:00PM-20:00PM)	

Figura 1. Matriz de organización manual para programación de las cirugías en las salas quirúrgicas de hospital pediátrico de Sinaloa.

En segundo plano se obtuvieron los datos y números de las cirugías realizadas semanalmente en las salas quirúrgicas de hospital pediátrico de Sinaloa, las cuales llevan a cabo un procedimiento manual de programación y los resultados se expresan a continuación en la figura 2 con porcentajes semanales de realización de cirugías.

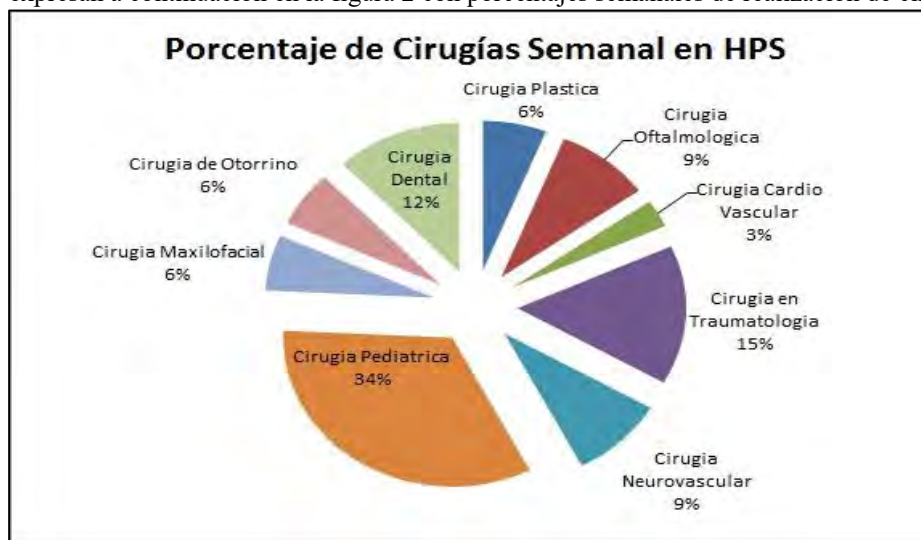


Figura 2. Grafica de los porcentajes de intervenciones quirúrgicas realizadas en los quirófanos de hospital pediátrico de Sinaloa

Modelo general para aprovechar al máximo el uso de salas quirúrgicas de hospital pediátrico de Sinaloa.

El presente trabajo propuso un modelo matemático general de programación lineal para maximizar el uso de las salas quirúrgicas de forma óptima considerando y/o respetando los lineamientos establecidos de organización de los cirujanos en hospital pediátrico de Sinaloa. El objetivo del modelo matemático es maximizar el uso de la sala quirúrgica tomando en cuenta las variables de peso de la cirugía, mayor tiempo y el tipo de la cirugía, lo cual condiciona al modelo a tomar en primer instancia aquellas cirugías con mayor peso y tiempo de duración, ya que esas mismas son las prioritarias sin dar espacio a retrasos que pueden ser controlables por el hospital.

$$z = cX \quad (1)$$

Sujeto a

$$AX \leq b \quad (2)$$

$$X \geq 0 \quad (3)$$

Figura 3. Modelo General de asignación.

La figura tres muestra el formato general de un modelo para representar un problema de asignacion general donde la función lineal (1) es llamada función objetivo, las desigualdades (2) se llaman restricciones y la condición de no- negatividad (3) establece que los valores del resultado deben ser positivos igual 1 ó mayores de 0.

Se aprecian en la tabla uno la organización de los datos obtenidos del área de archivo clínico para establecer el orden adecuado para ingresar los datos al software Lingo express.

Dr. 1		Duración	Prioridad	Pacientes X semana
2	(Cirujano Plastico)	(Incluyendo Set Up)	(peso)	(Tipo de Cirugía C/ PESO)
3	TENOLISIS DE FLEXOR DEL PULGAR DERECHO (T1)	150	10	P1- T1/ (10)
4	SUTURA DE HERIDA DE LABIO Y CABIDAD ORAL (T2)	90	9	P2-T8 / (7)
5	CORRECCION DE LABIO LEPORINO (T3)	70	8	P3-T9 / (7)
6	CORRECCION DE SINDACTILIA MANO DERECHA (T4)	70	8	P4-T3/ (8)
7	TOMA Y APLICACIÓN DE INGERTO (T5)	70	8	P5-T3 / (8)
8	CORRECCION DE SINDACTILA (T6)	70	8	P6-T3 / (8)
9	REVISION Y HEMOSTASIA DE HINGERTO EN PIEL (T7)	70	8	
10	REVISION DE INGERTO (T8)	50	7	
11	RETIRO DE PUNTOS (T9)	50	7	

Tabla 1. Organización de datos para identificar de manera adecuada las variables en el modelo matemático.

Evaluación de resultados

Para la evaluación del modelo matemático se llevó a cabo el ingreso de los datos antes recabados en el software lingo 14.0 para probar el modelo general propuesto para maximizar el uso de los quirófanos. A continuación se muestra en la figura 2 el modelo capturado en el software Lingo buscando obtener resultados de una programación que cumpla el objetivo de usar al máximo las salas quirúrgicas.

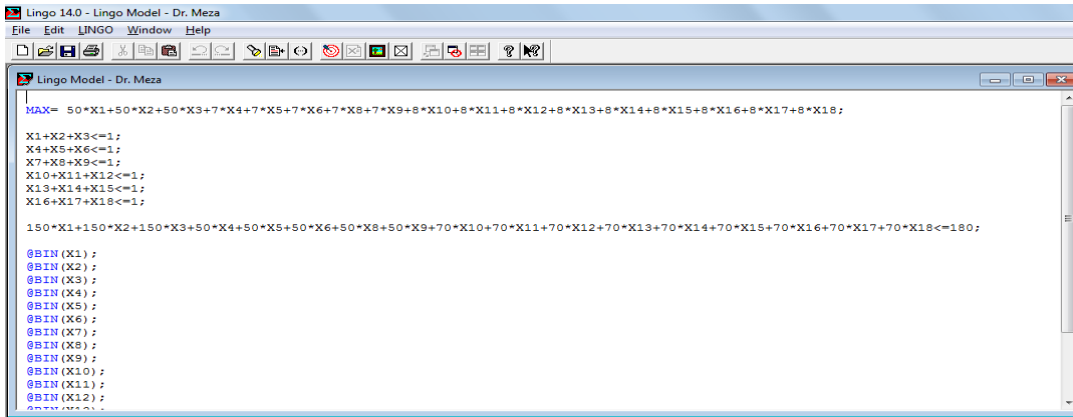


Figura 4. Ventana de captura del modelo matemático parcial.

Se presentan resultados de la solución que el software nos ofrece como alternativa para aprovechar al máximo los quirófanos, de una manera resumida se presenta en la figura número cuatro, la asignación de la cirugía a las 8:00am, con el tipo de cirugía uno y el mayor peso o importancia de todas, así mismo una duración de 150 minutos

Variable	Value	Reduced Cost
X1	1.000000	-50.000000
X2	0.000000	-50.000000
X3	0.000000	-50.000000
X4	0.000000	-7.000000
X5	0.000000	-7.000000
X6	0.000000	-7.000000
X8	0.000000	-7.000000
X9	0.000000	-7.000000
X10	0.000000	-8.000000
X11	0.000000	-8.000000
X12	0.000000	-8.000000
X13	0.000000	-8.000000
X14	0.000000	-8.000000
X15	0.000000	-8.000000
X16	0.000000	-8.000000
X17	0.000000	-8.000000
X18	0.000000	-8.000000

Figura 5. Modelo en relación al quirófano uno asignado al Dr. 1 en el turno matutino.

En la figura seis se expresan los resultados de procesar la función objetivo en el software lingo express y nos muestra el modelo matemático que la variable X1 tiene asignado un valor de uno y las demás variables desde X2 hasta X18 tienen valor de cero; por lo tanto, el modelo asigna la cirugía a la variable X1 la cual indica que el Dr.1 opera al paciente uno de la lista de espera de cirugías con mayor tiempo de duración y mayor peso a las 8:00am. Esto nos indica asignación por parte del modelo propuesto tomando en cuenta en primer lugar aquellas cirugías de mayor importancia y dejando de lado las cirugías con menor tiempo de duración, las cuales fueron ponderadas con un menor peso por el hecho que en esta investigación es primordial atender las cirugías de mayor riesgo en primer lugar y asegurar el bienestar del paciente.

Conclusiones

El documento aborda el problema del diseño del modelo matemático de programación lineal para maximizar el uso de los quirófanos en hospital pediátrico de Sinaloa. Al aplicar la técnica de programación lineal se logra generar de manera automática y eficaz la programación de pacientes con mayor importancia en sus cirugías, reducir los tiempos de espera, aumentar el número de cirugías semanalmente por cirujano. Demostrando que la aplicación de investigación de operaciones contribuye a la optimización del uso de las salas quirúrgicas; al maximizar de manera óptima la programación en primer lugar de aquellas cirugías que eran relegadas por la programación manual, la cual era a criterio de cada cirujano, logrando con esto beneficiar directamente al paciente, minimizando el riesgo originado por largos tiempos de espera en cirugías críticas.

Se desarrolló un modelo matemático que permite establecer un programa de programación semanal para las dos salas de quirófano, maximizando la eficiencia de utilización de los recursos disponibles. De acuerdo al análisis general sobre procedimientos de programación actual, especialidades, tiempos quirúrgicos, se lograron identificar las variables y restricciones directamente involucradas para la formulación del problema lineal, maximizando así la ocupación de quirófanos.

Referencias

- Ackoff, R., & Sasieni. (1968). *Fundamentals of Operations Research*. New York: Jhon Wiley and Sons Inc.
- Adan, I., & Vissers, J. (2002). Patient mix optimization in hospital admission planning : a case of study. *International Journal of Operations and Production Management*, 445-461.
- Cardoen, B., Demeulemeester, E., & Beliën. (2006). Operating room planning and scheduling: A literature review. *DEPARTMENT OF DECISION SCIENCES AND INFORMATION MANAGEMENT (KBI)*, 1-43.
- Frenk, J., Gonzalez, P., Gómez, O., Lezana, M., & Knaul, F. (2007). Reforma integral para mejorar el desempeño del sistema de salud en México. (G. Nagore, Ed.) *Salud Pública de México*, 49, S23-S36.
- Gomollón, F. A. (1996). *Ejercicios de investigación de operaciones*. Madrid: Gráficas Dehon.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2002). *Investigación de Operaciones*. Mexico: McGraw-Hill.
- Izar L., J. M. (1996). *Fundamentos de investigación de operaciones para administración*. San Luis Potosí, Mexico.: Universitaria Potosina.
- Latorre, G. El PROBLEMA FLOW SHOP FLEXIBLE DE DOS ETAPAS: PROGRAMACIÓN DE LAS INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS EN UN HOSPITAL. *TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL*. UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO, Concepción.
- Mathur, K., & Solow, D. (1996). *Investigación de operaciones El Arte de la Toma de Decisiones*. Mexico, D.F.: Prentice Hall.
- Moya, N. M. (2003). *Programacion Lineal Investigacion de Operaciones I*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Patiño, N., Moreno, M., & Toro, E. (2012). Modelamiento matemático del problema de ocupación de quirófanos. *Revista Colombiana de tecnologías avanzadas*, 43-45.
- Persson, M., & Persson, J. (2006). Health economic modelling to support surgery management at a Swedish hospital. *Blekinge Institute of Technology*, 24-67.
- Pradenas, L., & Matamala, E. (13 de Julio de 2012). Una formulación matemática y de solución para la programación de cirugías con restricciones de recursos humanos un hospital público. *Revista chilena de ingeniería*, 20(2), 230-241.
- Prawda, J. (2004). *Métodos y modelos de investigación de operaciones I: Modelos Deterministicos*. Mexico: Limusa.
- Puentes, E., Ruelas, E., & Martínez, T. .. (2006). Trato adecuado: respuesta del sistema mexicano de salud a las expectativas de sus usuarios. *Salud Pública en México*, S12-S21.
- Sallán, J. M., Suñe, A., Fernandez, V., & Fonollosa, J. B. (2002). *Metodos cuantitativos de organización industrial I*. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Taha, H. A. (2004). *Investigacion de Operaciones*. Mexico: Pearson Education.

Thierauf, R. J. (2004). *Toma De Decisiones Por Medio De Investigacion De Operaciones*. Mexico, D.F.: Limusa.

Villatoro P., M. A. (30 de Diciembre de 2010). *Procedimiento para la programación del paciente quirúrgico en unidades médicas hospitalarias de segundo nivel de atención*. Instituto Mexicano del Seguro Social, Dirección de prestaciones médicas.

Wolff, P., Duran, G., & Rey, P. (2012). Modelos de programación matemática para asignación de pabellones quirurgicos en hospitales públicos. *Revista Ingenieria de Sistemas*, 23-48.

APENDICE

Tabla 1. Organización de datos para identificar de manera adecuada las variables en el modelo matemático.

FIGURAS

Figura 1. Matriz de organización manual para programación de las cirugías en las salas quirúrgicas de hospital pediátrico de Sinaloa.

Figura 2. Grafica de los porcentajes de intervenciones quirúrgicas realizadas en los quirófanos de hospital pediátrico de Sinaloa.

Figura 3. Modelo General de Asignación.

Figura 4. Ventana de captura del modelo matemático parcial.

Figura 5. Modelo en relación al quirófano uno asignado al Dr. 1 en el turno matutino.

Estrategias de aprendizaje y capacitación en las empresas con la Gamificación

Dr. Luis Lujan-Vega¹, MARH Elvira González -Anchondo², M.M. Marisol Palafox-Bolivar³, M.A.R.H. Graciela Sandoval-Lujan⁴

RESUMEN

Cuando aparece una nueva estrategia para las empresas, los cuestionamientos, el escepticismo y la incertidumbre, son consecuencias naturales de la novedad, y responderlas o superarlas, se convierte en una necesidad. La Gamificación, como un nuevo elemento que se está introduciendo en el contexto empresarial e institucional, requiere ser presentado y analizado para enfrentarse a dichas consecuencias, porque puede ayudar al aprendizaje y capacitación de personal dentro de las organizaciones, por ello se deben establecer reglas, procesos y procedimientos del juego (lúdicos), para fomentar y motivar el aprendizaje, generando con ello una mejora en la eficiencia del trabajo y de la empresa. Un empleado motivado y capacitado produce más.

Palabras clave: Capacitación, Gamificación, Aprendizaje

INTRODUCCIÓN

La forma en que las grandes marcas, gobiernos y organizaciones no lucrativas participan y se relacionan con sus clientes y empleados está cambiando. En este sentido, la gamificación se ha convertido en una tendencia que ha cobrado relevancia en los últimos años. y su trascendencia en las organizaciones no lucrativas, negocios y en la vida de las personas que buscan establecer y alcanzar metas. El aprendizaje, la innovación y resolución de problemas son algunos ejemplos de las metas trazadas por dichas entidades.

1.1 Objetivo general

Identificar el impacto del uso de la gamificación como factor de aprendizaje y capacitación en las empresas.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar el posible impacto de la gamificación de las empresa.
- Identificar las ventajas y desventajas del uso de la gamificación

1.3 Pregunta de investigación

¿La gamificación puede ayudar al proceso de capacitación y aprendizaje en las empresas?

1.4 Hipótesis

Se pueden establecer estrategias de aprendizaje y capacitación, con el uso de herramientas de gamificación.

MARCO TEÓRICO

Introducción

La gamificación consiste en usar las mejores mecánicas y pensamientos de juegos para enganchar gente, motivar a la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas.

Las mecánicas de juego se emplean entonces en la satisfacción de deseos humanos como: el estatus, logro, expresión, competencia, colaboración, altruismo, gratificación y, sobre todo, una retroalimentación constante, que le permiten al jugador hacerse consciente de sus aciertos y errores en un ambiente, de cierta forma, controlado. Es

1 Dr. Luis Lujan-Vega, es profesor-Investigador en la FCA. UACH.

2 MM y MARH Elvira Gonzalez-Anchondo, es profesora-Investigadora en FCA Delicias, UACH.

3 M.M. Marisol Palafox-Bolivar, Profesor-Investigador, UACH.

4 M.A.R.H. Graciela Sandoval-Lujan, profesor-Investigador en FCA Delicias.

decir, los juegos han migrado de ser una simple plataforma de entretenimiento adinámicas experienciales que ayudan a los negocios a alcanzar sus objetivos en menos tiempo; y a los consumidores/empleados/jugadores, a mejorar sus vidas. Como disciplina, la Gamificación busca incentivar a la gente y lograr así un alto índice de satisfacción en las tareas que las personas se fijan. Por ello, incluye en su arsenal de técnicas a la psicología positiva, psicología social y economías de comportamiento que son llevadas al diseño de un juego donde se busca crear hábitos con un alto valor para el usuario.

Los expertos dicen que Gamificación es una clase de involucramiento (engagement) con esteroides que puede ser aplicable a campos como la salud, educación, deporte, trabajo y programas de marketing donde el fin es generar una alta participación y resultados tangibles de las personas que intervienen en el juego

Elementos de la Gamificación

El proceso de gamificación no es sencillo y puede tomar más tiempo de lo que se cree. Para llevarlo a cabo es necesario conocer varios elementos, tanto generales como particulares, tales como las mecánicas de juego, diseño de juegos y resultados.

- Las mecánicas: son muy variadas, pero las más comunes son puntos, niveles o estados, retos y tablas de clasificación, todos ellos relacionados con la competencia.
- El diseño: está relacionado con cómo se incorporan estas mecánicas en cada caso; mientras que el resultado que se desea obtener (diseñar comportamientos, desarrollar habilidades o resolver problemas) puede hacer que varíen los dos elementos anteriores.
- El nivel de competitividad o colaboración: que se quiere conseguir y los premios que obtendrán los participantes, que no necesariamente tienen que ser físicos, incluso pueden limitarse al reconocimiento; y conseguir el equilibrio en función de cada caso. Con el objetivo de que las marcas construyan estrategias mejor planeadas, no sólo intuitivas.

Si bien la gamificación no es nueva, e incluso algunos puristas consideran que lleva siglos desarrollándose en la vida misma, todavía no se ha consolidado en México, por lo que se espera que su uso crezca en los próximos años, conforme se tenga más información sobre este segmento.

2.2 Claves para construir estrategias lúdicas efectivas

Existen una serie de claves o características que deben existir de manera base para construir estrategias lúdicas o juego, identificando el impacto de cada una de ellas.

- Entender que el mundo gamer es más grande de lo que parece, que es más amplio en términos de edades y niveles socioeconómicos de lo que aparenta.
- Los gamers tienen muy presente a las marcas que hacen product placement de videojuegos, ya que éste construye una escena del mismo, es decir, le construye realismo al juego en lugar de reducirlo.
- Cualquier cosa que hagas a manera de un juego en tu estrategia podría comunicar a los gamers que les estás hablando continuamente y lograrás que se sientan identificados con tu marca.
- Comprende que la gamificación es cambiar comportamientos haciéndolos divertidos, como en un retail como el súper mercado se le atornilló una patineta al carrito y la gente interactuaba con ella, volviéndose una experiencia más lúdica y divertida.
- Obtener información sobre el mundo gamer no debe quedarse solamente como un referente, sino que debes intentar llevarlo y darle vida en los diferentes puntos de consumo y de experiencia de tu marca.
- Los procesos o actividades más complejas o reacias son los más susceptibles y sencillos de gamificar, por ejemplo, para los contribuyentes podría ser más sencillo y entretenido pagar los impuestos si se les otorgará una medalla (reconocimiento) cada vez que lo hiciera.

Gamificación y Mercadotecnia

La tendencia marca que estamos pasando de una mercadotecnia donde la atención impera o es el principal foco, a un marketing de comportamiento. El marketing entonces, usará la Gamificación para incrementar la participación de las personas en programas de mercadotecnia ya sea online (websites, celulares, redes sociales) y offline (centros comerciales, parques, vallas, retail). Esto mediante el uso correcto de premios, tanto físicos o virtuales, que trabajan en las motivaciones internas y externas de las personas para reforzar o, incluso, cambiar comportamientos deseados. Empresas, organizaciones e instituciones están aplicando Gamificación en distintos sectores. A continuación se presentan algunas áreas específicas donde puede impactar de manera importante y directa:

- **Educación:** Compañías como MindSnacks y Kanji Box, han hecho de aprender un idioma, algo verdaderamente entretenido. Usan mecánicas de juego a través de aplicaciones que ayudan a memorizar palabras de manera divertida, ajustan el nivel automáticamente de acuerdo a la participación del usuario, proveen retroalimentación y fomentan la competencia positiva con tableros de puntuación donde te puedes comparar con otros usuarios.
- **Reclutamiento y capacitación:** La armada de Estados Unidos con su plataforma de juegos Americas Army ha logrado captar el interés de la gente para enlistarse a sus fuerzas. La historia del juego presenta retos de las acciones y compromisos de la armada, involucrando a los jugadores a tal grado que los hace sentir parte de las fuerzas.
- **Responsabilidad Social:** La plataforma RecycleBank, en asociación con otras compañías, incentiva a la gente a llevar una vida socialmente responsable a través de mecanismos de aprendizaje y premios que se otorgan por cada acción responsable que realiza el usuario.

Estos son sólo algunos campos que los negocios pueden apropiarse para dar un valor a sus consumidores e incrementar el equity de la marca. Siempre y cuando entren dentro de estrategia. Hasta aquí exploramos los elementos de juego, algunos campos donde se aplican y los pasos a tomar en cuenta si se piensa llevar a cabo una estrategia de Gamificación.

Elementos que vuelve atractivo el uso de la gamificación

Ahora toca ahondar en los elementos que hacen que un juego de Gamificación se vuelva atractivo para sus empleados, consumidores y/o jugadores. Debemos partir sobre la base de que un juego es una representación de la realidad llevada a un mundo hipotético, imaginario o de ficción. Es decir, toma en cuenta circunstancias de nuestro día a día y elimina aquellos factores de la realidad con los cuales el jugador pueda distraerse.

Esto le permite al jugador seguir avanzando y enfocado dentro de un sistema de juego que, compuesto por varios elementos, ayuda a reducir la complejidad de las tareas cotidianas.

Existen 8 elementos para la elaboración de un juego:

- **Metas:** Un juego debe tener un propósito final (salvar al mundo de una invasión alienígena) y pequeñas metas (desactivar una bomba alienígena) cuantificables para mantener involucrado y enfocado al usuario.
- **Reglas:** Establecen los límites y acciones posibles para que el juego funcione. Por ejemplo, instrucciones para comenzar el juego, número de jugadores y cómo obtener puntos en las diferentes etapas del juego.
- **Conflicto, competencia y colaboración:** Un conflicto se presenta como un reto a vencer donde el ideal es lograr la meta con el desempeño de uno mismo. Ahora, cuando agregamos el factor competencia, se despierta el interés de ganarle a un oponente. Y, con la colaboración, ponernos de acuerdo en grupo para lograr un objetivo en común. De acuerdo al objetivo se selecciona un elemento aunque los tres pueden vivir en un juego.
- **Tiempo:** El tiempo es un motivador que obliga al usuario a priorizar tareas para resolver el problema en cuestión. Esto lo lleva a ser cada vez más eficiente y que la tarea no se vuelva interminable y por ende, aburrida.
- **Estructura de premios:** Muchas estrategias de Gamificación fallan porque consideran los premios como el principal motivador o resultado final de un juego. Sin embargo, el premio sirve para reforzar lo que estamos haciendo correctamente en el juego (comportamiento). Ejemplos de esto se pueden ver en un tablero de puntuación que permite compararnos con otros jugadores y/o adquirir premios asociados a la acción realizada, (más vidas en un nivel, regalos virtuales o físicos, etc).
- **Retroalimentación:** En un juego es relevante saber qué es lo que estamos haciendo bien o mal para lograr la meta. Por ello, la retroalimentación debe de ser constante, a veces mediante el diseño del juego que fomente la prueba y error o a través de información a manera de guía que ayude al usuario a obtener el resultado.
- **Niveles:** Estos dan un sentido de progresión en el juego. Lo importante aquí es ir ajustando el grado de dificultad para pasar al siguiente nivel. Es decir, un nivel muy fácil puede resultar aburrido y si es muy difícil, estresante.
- **Historia:** La narrativa del juego o storytelling pone en contexto al juego y le da significado. Guía al usuario y le da un sentido de pertenencia. Por ejemplo, salvar a una princesa de una torre encantada te lleva a un mundo de fantasía donde finalmente serás el rey de reyes.

METODOLOGIA PROPUESTA

Las insignias, trofeos o premios no tienen valor intrínsecamente por lo que su carácter motivante lo obtienen a partir del contexto y del uso que hagamos de los mismos. Por tanto, lo primero que tenemos que evidenciar es que serían especialmente útiles en un proceso de formación colaborativo y social en el que los empleados compartan un espacio de trabajo. Me atrevería a decir más. Sería recomendable que estos progresos o reconocimientos personales representados a modo de insignias pudiesen tener repercusión más allá del entorno virtual de trabajo que estemos utilizando, es decir, permitir que esta información pueda ser compartida voluntariamente en las redes sociales. Esto supondría poder comunicar logros de la organización de manera más o menos sutil y divertida. En los medios sociales, los trofeos, premios o insignias podríamos considerarlos como la “comida virtual” que permitiría satisfacer determinadas necesidades individuales que van desde la simple inclinación narcisista, a la construcción de nuestra reputación digital como parte de una estrategia de *branding* personal. Pero más allá de esta simple aproximación, podríamos encontrar otras funciones especialmente útiles en el contexto organizacional.

Asumiendo que para potenciar los logros de la organización a través de un sistema de insignias previamente es necesario tener definido nuestro modelo de capacitación y estímulos, su utilidad podría concretarse en los siguientes aspectos:

Orientar y establecer metas

Cuando establecemos que para obtener una determinada insignia es preciso alcanzar cierto nivel de destreza en una determinada competencia, o bien asimilar ciertos contenidos de la capacitación, lo que en realidad estamos haciendo es definir metas de aprendizaje. Por tanto, las insignias proporcionan una visión general, y en cierta medida tangible, de los siguientes aspectos:

- Habilidades que pueden ejercitarse
- Competencias que pueden alcanzarse
- Actividades requeridas
- Tipo de interacciones más valoradas, etc.

Así pues, el repertorio de insignias que diseñemos para un determinado contexto de capacitación indicará a los empleados qué pueden conseguir durante este proceso de formación y cómo alcanzarlo. Cada uno de ellos de manera individual se convierte en responsable de rellenar su vitrina/perfil profesional con aquellos trofeos/competencias que le resulten más motivantes.

En consecuencia, los capacitadores tienen una estrategia muy interesante para poder incidir en aquellos aspectos, no solo cognitivos sino también procedimentales y actitudinales que se quiere potenciar más. Por ejemplo, que para conseguir determinadas insignias sea necesaria la participación y colaboración de otros (y cuando hablo de otros no me refiero únicamente a iguales que compartan el mismo espacio de trabajo, sino a las infinitas posibilidades de aprendizaje fuera del entorno formal). Otro posible ejemplo si queremos que los empleados conozcan todas las herramientas de las que dispone un determinado entorno de aprendizaje sería diseñar;

Status y afirmación

Las insignias informan a los demás de los logros que han ido obteniendo sin que llegue a ser un alarde explícito. Por tanto proporcionan status dentro de la comunidad educativa. Además, dado que cada insignia representa una habilidad o bloque de contenidos, aquellas que poseemos nos definen ante los demás porque conforma nuestros intereses y experiencia. Cuando se muestran, los compañeros pueden obtener información sobre los conjuntos de habilidades de los demás, los niveles de participación, etc. De hecho, podrían diseñarse insignias con un planteamiento individual (conocimientos adquiridos, etc.) y otras con una significación más social y colaborativa, es decir, habilidades o competencias que se adquieren mediante la participación con otros, como adelantaba en el punto anterior. Ante este abanico de posibilidades podríamos encontrar empleados con un perfil orientado a la consecución de metas individuales y otros más orientados a la colaboración.

Establecer grupos de afinidad

Dado que las insignias pueden ser interpretadas en clave de intereses o rasgos de personalidad, permiten que los usuarios se agrupen y se relacionen por intereses o afinidades. Pueden proporcionar un sentido de solidaridad y aumentar la identificación positiva del grupo a través de la percepción de la similitud entre un individuo y el grupo.

Evocadoras del aprendizaje

Por simple asociación de estímulos, la insignia puede servir para recordar al empleado la experiencia que le llevó a conseguirla y recordar los momentos de aprendizaje. Podremos coincidir o no en este supuesto poder evocador, pero lo que sí parece seguro es que no generan efectos negativos sobre la memoria. Una muestra del interés que

empieza a despertar la gamificación del aprendizaje es la iniciativa Open Badges impulsada por Mozilla y MacArthur Foundation. El principal objetivo consiste en proporcionar un sistema de reconocimiento mediante insignias de las habilidades y logros adquiridos dentro y fuera de los circuitos formales de la educación y aprendizaje.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se puede resumir en puntos muy específicos los beneficios que puede traer el uso de la gamificación del aprendizaje y capacitación dentro de las organizaciones principalmente, los cuales podemos enlistarlos de la siguiente manera:

- Construir conocimiento y posicionamiento de una marca creando historias de juego que logren una inmersión total del empleado.
- Enganchar audiencias de manera más efectiva a través de juegos que lleven tráfico a un sitio web, red social, eventos o en el retail.
- Incrementar la estancia de las personas en dichos sitios mediante estímulos basados en la ciencia.
- Innovar en la interacción y retención de los usuarios para generar lealtad a largo plazo.
- Vender ideas, productos y servicios con plataformas interactivas que premien al consumidor por sus actividades cotidianas.

Hasta aquí hemos tenido el primer acercamiento de la relevancia que tiene y tomará la Gamificación para las empresas y la vida de las personas en cuanto a su aprendizaje y capacitación.

REFERENCIAS

1. Niklas Schrape: Gamification and Governmentality
Paolo Ruffino: From Engagement to Life, or: How to Do Things with Gamification?
Maxwell Foxman: How to Win Foursquare: Body and Space in a Gamified World
Joost Raessens: The Ludification of Culture
2. Mathias Fuchs: Predigital Precursors of Gamification
Felix Raczkowski: Making Points the Point: Towards a History of Ideas of Gamification
3. Fabrizio Poltronieri: Communicology, Apparatus, and Post-History: Vilém Flusser's Concepts Applied to Videogames and Gamification
Thibault Philippette: Gamification: Rethinking 'Playing the Game' with Jacques Henriot
Gabriele Ferri: To Play Against: Describing Competition in Gamification

La Gamificación como factor de cambio en la motivación de las empresas

Dr. Luis Lujan-Vega¹, MARH Elvira González -Anchondo², MARH Graciela Sandoval-Lujan³, Lic. Nahúm Valenzuela-Arizpe⁴

RESUMEN

La dinámica del juego a menudo motivan a la gente por la retroalimentación positiva, como la acumulación de puntos, insignias, el estado en el que se encuentra, el progreso, la personalización, sorpresas, etc. Para desarrollar estos mecanismos, empresas diseñan plataformas algunas de ellas con el apoyo de las Tecnologías de Información (T.I), que utilizan un sistema de recompensas para motivar la consecución de ciertos objetivos previamente detectados y pautados. Los juegos han evolucionado de ser una forma de ocio a abarcar otras áreas de aplicación. Hoy en día, gracias al constante desarrollo de nuevas tecnologías, se pueden incorporar mecánicas de juego a la vida cotidiana, para incentivar y motivar a las personas a repetir patrones de comportamiento o alcanzar metas deseadas. Esta práctica se puede desarrollar dentro de casi cualquier tipo de proyecto. En México puede llegar a ser un factor diferencial en expansión aplicando esas mecánicas y podrá conseguir fidelizar a sus clientes, aumentando el engagement y la motivación en los empleados de la empresa.

Palabras clave: Gamificación, Motivación, Clientes.

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes agentes de motivación para el ser humano es el premio. Desde unas simples “gracias”, a la palmadita en la espalda, a los bonus, -que entre otros forman parte de los clásicos programas de incentivos-, a los sistemas de puntos, niveles, títulos, etc., de las técnicas de gamificación, que se aplican a entornos diversos, siendo el de la productividad en la empresa uno de los que despierta mayor interés.

Es natural que los empleados quieran ser reconocidos, y esto es parte de la estrategia de las organizaciones que han entendido que sus colaboradores, especialmente las nuevas generaciones, reaccionan más activamente al reconocimiento. La creación de una cultura del reconocimiento en las organizaciones genera empleados más felices y eso se traduce en mayor lealtad, disponibilidad y productividad. El reconocimiento es un acto del día a día, que no necesita mucho cálculo ni premeditación, en el que se detecta la oportunidad de reconocer a alguien por su servicio sin utilizar para ello demasiados recursos de las organizaciones. De todos modos, no sólo de reconocimiento vive el empleado, existe toda una estrategia de incentivos donde las técnicas de gamificación tienen mucho que decir.

Objetivo general

Identificar el impacto del uso de la gamificación como elemento de motivación dentro de las empresa.

Objetivos específicos

- Analizar el funcionamiento del protocolo de encaminamiento DSR.
- Estudiar ampliamente el funcionamiento del programa NS-2 [6] (Network Simulator 2).
- Identificar y analizar las teorías de motivación
- Identificar los impactos posibles del uso de la gamificación en procesos de motivación resultados.

¹ Dr. Luis Lujan-Vega, es profesor-Investigador de Tiempo Completo en el Instituto Tecnológico de Delicias, en el área de Sistemas y Computación. Además de Impartir clases en la FCA y FING de la UACH. lujanluis@gmail.com.

² MM y MARH Elvira Gonzalez-Anchondo, es profesora-Investigadora de Tiempo Completo en FCA Delicias, UACH. Además es Coordinadora General FCA Extensión Delicias. elviragonan@gmail.com.

³ MARH Graciela Sandoval-Lujan, es profesora-Investigadora en FCA Delicias, UACH.

⁴ Lic. Nahum Valenzuela-Arizpe, es profesor-Investigador en FCA Delicias.

Pregunta de investigación

¿La gamificación podría ser elemento de motivación dentro de las empresas?

Hipótesis

La gamificación podría ser elemento de motivación dentro de las empresas, atraer y mantener clientes a la marca de la empresa.

MARCO TEÓRICO

Introducción

La gamificación sienta sus bases en la motivación y aunque pueda parecer un término más o menos nuevo, sus tácticas provienen de dos teorías psicológicas clave: la teoría de la autodeterminación y la teoría del flujo.

- La teoría de la auto determinación: Define las necesidades como algo innato, de modo que el ser humano necesita desarrollarse personalmente y profesionalmente atendiendo a algunas de ellas tales como: las relaciones con los demás, el desarrollo de nuestras habilidades y la autonomía
- La teoría del flujo: Describe el estado mental de concentración sobre una actividad. El ser humano es capaz de llegar a este estado cuando alcanza el equilibrio entre sus habilidades y la dificultad que esta actividad requiere.

Es importante tener presente ambas teorías para desarrollar estrategias de gamificación que supongan retos que satisfagan las necesidades básicas del usuario y así nuestra marca adopte un factor diferencial.

Incentivos y recompensas

Entendemos como incentivo cualquier forma de “pago” variable vinculado al rendimiento del trabajador. Tangible o intangible, puede tener o no valor monetario. Incluye recompensas y reconocimiento.

Veamos la diferencia entre recompensas y reconocimiento:

- Las recompensas sirven para que los empleados sientan que en sus actividades existe un valor explícito, identificando el rendimiento de su trabajo realizado en base a objetivos previamente establecidos. Se utilizan generalmente para adoptar o modificar hábitos, para solucionar situaciones puntuales y, a corto plazo, de forma muy reactiva. Los empleados conocen las reglas: si superas el umbral, consigues el “trofeo” (dinero, medallas, etc.).
- El reconocimiento está íntimamente relacionado con el sentimiento de vanidad, y es que ¿a quién no le gusta que le digan lo bien que lo hace y mirarse al espejo constantemente? Al contrario que las recompensas, el reconocimiento no tiene por qué derivar de objetivos preestablecidos, sino que está vinculado con “el ahora”, con la promoción constante y, a largo plazo, con el compromiso con los valores nucleares de la organización, por tanto es mucho más estratégico que las recompensas. Un “buen trabajo” sería un simple ejemplo, aunque efectivo, de reconocimiento en la empresa.

No es un tema trivial, nada de eso, es un campo de estudio amplísimo del que debemos familiarizarnos con algunos conceptos, teorías y modelos de manera que nos dé un fundamento para desarrollar metodologías de gamificación eficientes. Aunque estas teorías no nos dirán como hay que gamificar un asunto en concreto, si nos darán pistas para evaluar posibles escenarios o tener más o menos claros los caminos por dónde, como mínimo, no deberíamos andar. Hemos buscado taxonomías de teorías que fueran más o menos completas y como primera aproximación explicaremos que podemos dividir las teorías sobre la motivación en dos grandes grupos:

- Teorías de la necesidad (o contenido), que estudian de las necesidades y los objetivos de los individuos para entender aquello que los motiva.
- Teorías cognitivas (o de proceso), que estudian los procesos internos y conscientes del individuo que afectan a su comportamiento para lograr un objetivo.

Entre las teorías de la necesidad se destacan:

- La jerarquía de necesidades humanas de Maslow[1], teoría clásica basada en un modelo en que el individuo atenderá las necesidades más elevadas de la pirámide cuando las inferiores hayan sido satisfechas.
- La teoría ERG (existencia, relación y crecimiento) de Alderfer[2], basada en Maslow pero utilizando tres niveles de necesidades que pueden motivar al individuo incluso cuando las inferiores no están satisfechas, incluyendo para ello un modelo de frustración-regresión.

- La teoría de dos factores (motivación-higiene) de Herzberg[3], realizada en base a una encuesta a empleados de la que se derivó el modelo de dos factores, de satisfacción (motivadores) y de insatisfacción (higiene).
- La teoría de necesidades adquiridas (o aprendidas) de McClelland[4], que propone que las necesidades que afectan a la motivación (y a la efectividad) no son instintivas sino que se adquieren con el tiempo y las vivencias personales, siendo estas la necesidad del logro, de la afiliación y del poder.

Entre las teorías cognitivas se destacan:

- La teoría de la equidad de Adam[5], basada en la hipótesis de que la motivación de los individuos depende de que sientan que son tratados con equidad en cuanto a la distribución de recursos respecto a los demás. Para ello los individuos evalúan con justicia e imparcialidad lo que aportan los demás y los resultados y beneficios de sus acciones.
- La teoría de la expectativa de Vroom[6], basada en la hipótesis que el individuo evalúa conscientemente su comportamiento y se esfuerza en aquello que cree que le llevará a lograr sus objetivos, basándose para ello en tres parámetros: valencia (el nivel de deseo para lograr el objetivo), expectativa (el grado de convicción de que logrará el objetivo) e instrumentalidad (el resultado final que el individuo cree que le valorarán).
- La teoría de la fijación de objetivos de Locke[7], basada en la idea que la motivación y el rendimiento depende de la intención del individuo a rendir, y que para maximizar la motivación los objetivos deben ser específicos para el individuo y realistas pero difíciles de conseguir para el mismo.

Otras aproximaciones interesantes a nuestros objetivos, que van más allá de la clasificación anterior, pero también relevantes para conocer el proceso de gamificación y como se puede aplicar con efectividad:

- La teoría del reforzamiento de Skinner[8], que propone no tener en cuenta ni las necesidades ni las razones por las cuales los individuos deciden satisfacerlas, sino que elabora el modelo de motivación sobre el estudio entre las conductas y sus consecuencias positivas o negativas, haciendo que el entorno (por ej. la organización) aliente aquellas convenientes y desaliente las que no.
- El modelo de comportamiento de Fogg[9], que se basa en la convergencia de tres elementos para que un comportamiento surja o se inhiba: el disparador (el evento que activa o desactiva la acción), la habilidad y la motivación (para realizar tal acción). Este reciente modelo es muy citado en la literatura sobre gamificación.

METODOLOGIA PROPUESTA

La metodología que se propone para llevar a la gamificación (Fig. 1) como motivación dentro de la empresa, así como orientarla a los clientes es la siguiente:

1. Identificar la intersección de varias disciplinas, tales como marketing, juegos y psicología, creando experiencias de usuario atractivas y emocionantes que involucren al cliente o usuario.
2. Identificar los procesos o actividades que deseamos incentivar. Para conseguirlo, lo primero que hay que hacer es identificar los procesos o actividades que queremos incentivar (aumentar las ventas en un equipo comercial, mejorar la atención al cliente en un *call center*, disminuir el absentismo escolar...) y, después, aplicar las mecánicas de juego (niveles, insignias o *badges*, clasificaciones...) más adecuadas para aumentar la motivación intrínseca de nuestra audiencia objetiva.

3. Crear engagement (compromiso) en los miembros de la empresa .La implementación de estrategias de gamificación permite crear *Engagement*, logrando que los miembros de una comunidad, los trabajadores de una empresa, los estudiantes de un instituto, los habitantes de una ciudad participen de manera dinámica y proactiva en acciones que generalmente requieren un esfuerzo de la voluntad.
4. Crear “Mecánicas de Juego”. Las mecánicas de juego son una serie de reglas que intentan generar juegos que se puedan disfrutar, que generen placer, participación y compromiso por parte de los jugadores, al aportarles retos y un camino por el que discurrir. Esto puede ocurrir en un videojuego o en cualquier tipo de aplicación, por ejemplo en el entorno de trabajo, estimulando a los empleados a mejorar su desempeño y habilidades, y a los clientes, incentivando su participación en una determinada actividad. Existen muchas mecánicas de juego distintas, pero entre las mecánicas de juego más utilizadas dentro de la gamificación se encuentran:
 - Recolección de objetos
 - Puntos
 - Comparativas y clasificaciones
 - Niveles
 - Feedback
5. Crear las “Dinámicas de Juego”. Este concepto está muy ligado a las mecánicas de juego (tanto que a veces ambos términos son confundidos), es el efecto, motivación y deseos que se consiguen o se desean conseguir en el usuario. Las dinámicas de juego son aquellas necesidades e inquietudes humanas que motivan a las personas. Para alcanzarlas se realizan distintas mecánicas de juego. Existen muchas dinámicas de juego distintas, pero entre las dinámicas de juego más utilizadas dentro de la gamificación se encuentran:
 - Recompensa
 - Estatus
 - Logro
 - Expresión (o Auto-Expresión)
 - Competición
 - Altruismo

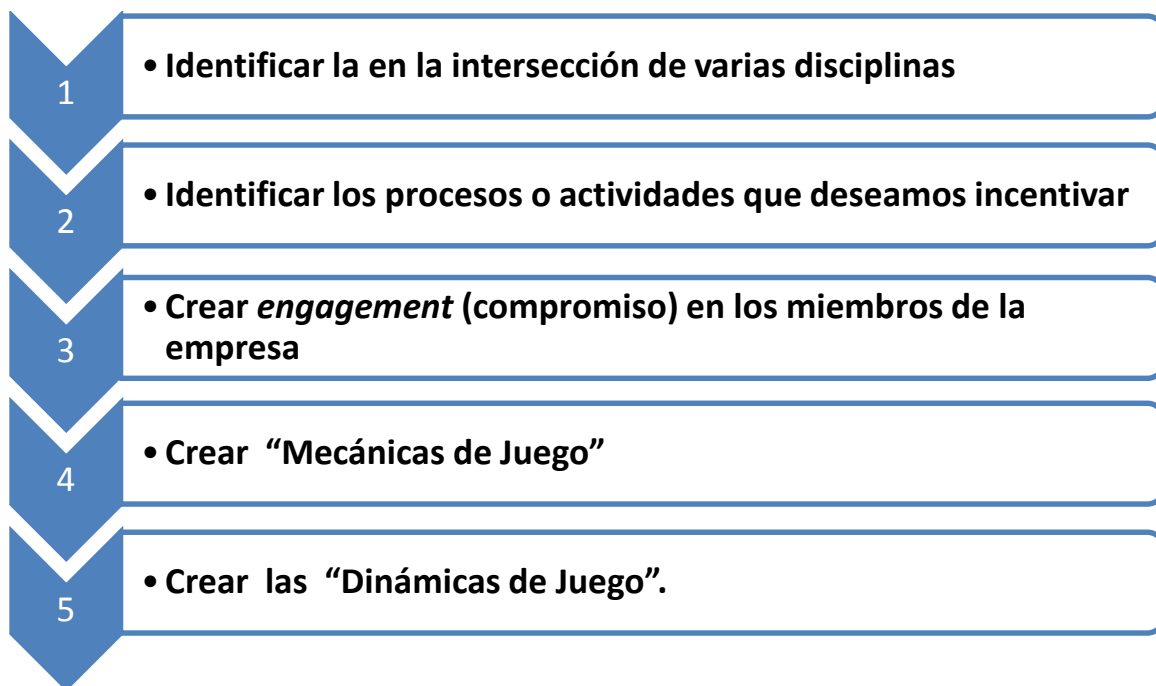


Figura 1. Metodología para aplicar la gamificación como factor de motivación

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El aspecto más importante para que el elemento de motivación se vea reflejado es el tiempo. Un evento gamificador adecuado en el momento oportuno (por ejemplo, por encima del umbral de activación) no sólo conduce a la creación de la conducta predecible, sino que también hace que los usuarios se sientan bien consigo mismos al hacerlo. Es más factible el análisis sentimental y la predicción del comportamiento. De las cuales se pueden concluir lo siguiente de la gamificación como elemento de motivación:

- Las dinámicas de juego (Gaming Dynamics) usa retroalimentación positiva (por ejemplo, puntos, tarjetas de identificación, el estado, la progresión, la personalización, las sorpresas, los factores sociales, etc) para crear la motivación de los usuarios.
- Aumentan la capacidad de percepción de los usuarios, haciendo trabajos difíciles más simple y más manejable, ya sea a través de formación / prácticas o reduciendo el umbral de activación de la conducta objetiva.
- El lugar de las dinámicas del juego (Gaming Dynamics) se activa en el camino de la motivación del usuario cuando se siente el mayor exceso en su capacidad. Es decir, los factores desencadenantes (triggers) que “piden” al usuario la acción, están diseñados para lograr la convergencia de la motivación y la capacidad, así se activan todos en el mismo momento. Tomado del modelo B.J. Fogg (<http://behaviormodel.org/>)

REFERENCIAS

- 1 Maslow, A. H. “A Theory of Human Motivation”. *Psychological Review* 50 (1943): 370-396.
- 2 Alderfer, Clayton P. “An empirical test of a new theory of human needs”. *Organizational behavior and human performance* 4.2 (1969): 142-175.
- 3 Herzberg, Frederick, Bernard Mausner, and Barbara Bloch Snyderman. *Motivation to work*. Transaction Publishers, 1959.
- 4 McClelland, David C. *Achieving society*. Free Press, 1967.
- 5 Adams, J. Stacy. “Inequity in social exchange”. *Advances in experimental social psychology* 2.267-299 (1965).
- 6 Vroom, Victor Harold. *Work and motivation*. Vol. 54. New York: Wiley, 1964.
- 7 Locke, Edwin A. “Toward a theory of task motivation and incentives”. *Organizational behavior and human performance* 3.2 (1968): 157-189.
- 8 James G. Holland, and Burrhus Frederic Skinner. *The analysis of behavior*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1961.
- 9 Fogg, B.J. “A Behavior Model for Persuasive Design”. *Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology – Persuasive '09*. New York, New York, USA: ACM Press, 2009. Web. 4 Mar. 2013.

El Voto electrónico: Avances en la democracia digital

Dr. Luis Lujan-Vega¹, MARH Elvira González -Anchondo², M.A.P Eduardo Dominguez-Arrieta³, M.A. Cecilia Torres-Duarte⁴

RESUMEN

El avance de la tecnología digital es indudablemente productora de cambios sociales y del entorno, con la llegada de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, sobre todo de internet, que ha potencializado el flujo de información a niveles impresionantes, y aún no conocemos el límite; además en ocasiones ha trastocado la vida entera de las personas, por ello merece ser atendido por el Derecho. La democracia es otro de los campos a los que dicha revolución ha impactado a través de los medios electrónicos, en su elemento fundamental como mecanismos de expresión de la voluntad e ideas ciudadana, convergiendo en lo que se ha denominado voto electrónico. En este sentido, podríamos señalar que este vertiginoso cambio tecnológico ha propiciado, en una de sus variables, una nueva correlación entre la era digital y el derecho político-electoral del voto, en lo que con seguridad constituirá el nuevo horizonte tecnológico en materia electoral.

Palabras clave: Voto Electrónico, Democracia Digital, Gobierno electrónico

INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva de la era de la Información y el Conocimiento, la e-democracia o democracia electrónica se transforma y transforma su entorno, y de esta manera los derechos políticos se trastocan, los procesos electorales se envuelven en un flujo de información que puede ayudar a la toma de decisiones políticas y sociales, facilitando el proceso electoral, por lo que empieza a ocurrir una convergencia denominado voto electrónico como una tendencia mundial irreversible anclada en las políticas públicas relacionadas con el gobierno electrónico, que pretenden materializar actualmente un anhelo de participación ciudadana a través de lo que podríamos definir como el ágora en su versión electrónica, en donde el elemento central es la tecnología basada en tecnologías de las información y comunicaciones (TIC)[3]. Este impacto que la automatización y la digitalización han traído o pudieran traer para las diversas etapas del proceso electoral (desde la construcción y actualización del registro electoral hasta la transmisión y consolidación de los resultados electorales) encuentra consenso en el amplio espacio acerca de la necesidad de emplear claros criterios para determinar la necesidad, la relación costo-beneficio, el ritmo de la incorporación y el efecto sobre la confianza que la ciudadanía pudiera tener respecto del sistema electoral, y poder implantar este proceso digital del voto electrónico.

1.1 Objetivo general

Identificar las tendencias o posibles impactos del voto electrónico en la era de la democracia digital.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar el posible impacto del voto electrónico en la sociedad.
- Identificar las ventajas y desventajas del uso del voto electrónico
- Identificar las características del voto electrónico

1.3 Pregunta de investigación

¿El voto electrónico puede ser factor de cambio para un gobierno a e-gobierno?

¹ Dr. Luis Lujan-Vega, es profesor-Investigador de Tiempo Completo en el Instituto Tecnológico de Delicias, en el área de Sistemas y Computación. Además de Impartir clases en la FCA y FING de la UACH. lujanluis@gmail.com.

² MM y MARH Elvira Gonzalez-Anchondo, es profesora-Investigadora de Tiempo Completo en FCA Delicias, UACH. Además es Coordinadora General FCA Extensión Delicias. elviragonan@gmail.com.

³ M.A.P. Eduardo Domínguez-Arrieta, Coordinador general en FCA Delicias, UACH.

⁴ M.A . Cecilia Torres-Duarte, es profesor-Investigador en FCA Delicias.

1.4 Hipótesis

Si bien el sentido y la razón de ser de los sistemas electorales se hallan en la protección de los derechos políticos fundamentales, esto es, el derecho de elegir y ser elegido, la seguridad y confiabilidad de la información y los respectivos procedimientos se inician mucho antes de que estos derechos se materialicen.

MARCO TEÓRICO

Introducción

Las TIC tienen el poder de cambiar, radicalmente, al sistema democrático en cuanto a los procedimientos electorales. Si bien el sentido y la razón de ser de los sistemas electorales se hallan en la protección de los derechos políticos fundamentales, esto es, el derecho de elegir y ser elegido, la seguridad y confiabilidad de la información y los respectivos procedimientos se inician mucho antes de que estos derechos se materialicen. Por ello se pueden comentar algunos de los principales argumentos que alimentan la polémica acerca de la utilización del voto electrónico, en cuanto a costo, posible vulnerabilidad del sistema, “deshumanización del voto”, posible inadaptación del marco normativo y dificultades varias en su eventual implantación [4].

Democracia digital

La Democracia digital analiza el impacto de las tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) y sus consecuencias en las instituciones políticas; evalúa críticamente el concepto de una democracia electrónica emergente. Y podría ser utilizada para facilitar la democracia directa como un reto para el sistema de representación a través, por ejemplo, de un aumento en el referendo electrónico (la gente podría votar desde sus hogares, por ejemplo). [5,6]

Voto Electrónico

El uso del voto electrónico implica la transformación de las formas tradicionales de votación que puede involucrar a todo el proceso electoral o sólo algunas fases relacionadas con el acto de votar con máquinas o urnas electrónicas, el día de los comicios. A nivel conceptual, es conveniente mencionar que:

- a) El voto electrónico en sentido amplio, es todo proceso de elección en el que se utilicen los medios electrónicos, o cualquier tecnología actual o emergente, en las distintas etapas del proceso electoral, teniendo como presupuesto básico que el acto efectivo de votar se realice mediante cualquier instrumento electrónico de captación del sufragio.
- b) En sentido estricto, el voto electrónico es el acto preciso en el cual el emite del voto deposita o expresa su voluntad a través de medios electrónicos (urnas electrónicas) o cualquier otra tecnología de recepción del sufragio.

Es importante mencionar que existen varias denominaciones que se le puede dar al este proceso de uso del voto electrónico, en ellos destacan: voto electrónico, voto informático, voto informatizado, voto telemático, tecnovoto, e-vote, e-poll televoting, electrovoto, televote y voto automatizado, sin embargo la acepción mayoritariamente empleada es la de voto electrónico. Estos conceptos encierran en sí la necesidad de que la manifestación de la voluntad del emite del voto se lleve a cabo mediante el uso de medios electrónicos, independientemente de qué sistema se utilice y si se usa o no en las otras etapas del proceso electoral, fuera de la votación per se.[8]

De manera adicional, sobre la noción de voto electrónico, En una perspectiva estrictamente técnica, también se puede definir como: El conjunto de recursos de hardware (captura, transmisión, almacenamiento, procesamiento) integrados por la autoridad electoral para la recepción de la votación y concentración de resultados electorales, así como la evaluación, desarrollo y auditabilidad del software y datos (software electoral) que se aplican antes, durante y después de la jornada electoral. Es importante también para establecer una aproximación conceptual, no desestimar a la ciencia política en su interrelación con las nuevas tecnologías aplicadas en la toma de decisiones político-colectivas

Características del Voto Electrónico

Si bien el sentido y la razón de ser de los sistemas electorales se hallan en la protección de los derechos políticos fundamentales, esto es, el derecho de elegir y ser elegido, la seguridad y confiabilidad de la información y los respectivos procedimientos, los cuales se inician mucho antes de que estos derechos se materialicen.[13,14] Algunas de las principales características que debe tener el voto electrónico son las siguientes:

- Autenticidad. Sólo los votantes registrados el padrón son los autorizados pueden votar. Hay que resaltar que, en principio, consideramos aquí el concepto de voto y votante en sentido amplio.
- Accesibilidad. Que permita ejercer el voto a personas con diversidad funcional o discapacitados.
- Anónimo. No se puede relacionar un voto con el votante que lo ha emitido. Éste es un requisito que aparece en casi todos los posibles escenarios. Por ello es importante el uso de mecanismos criptográficos avanzados basados en firmas ciegas, secreto dividido, etcétera. El uso de tarjetas inteligentes de diseño específico puede aportar soluciones interesantes para escenarios sensibles como son los de elección entre propuestas predefinidas.
- Certificable o auditable. Tanto la solución tecnológica como sus componentes de hardware o software debe ser abierta e íntegramente auditables antes, durante y después de su uso.
- Comprobable. Los sistemas deben poder comprobarse por parte de las autoridades electorales, para que pueda constatarse que cumplen con los criterios establecidos.
- Código abierto. De forma que las autoridades electorales y, si es el caso, el ciudadano en general puedan obtener detalles de su funcionamiento (hardware y software).
- Costo reducido. En general se expresa por expertos que los procesos electorales son caros, costosos; por lo que se intenta utilizar las TIC para su simplificación, mejora y abaratamiento.
- Confiabilidad. Los sistemas utilizados deben trabajar de modo seguro siempre, sin que se produzca pérdida de votos e incluso en casos extremos.
- El sistema debe ser robusto, sin pérdida de votos, sin fallas en el sistema, tanto en las máquinas servidores como en la comunicación a través de internet.
- Compatibilidad con mecanismos de votación convencionales. Compatible con la tradición electoral y por tanto que parezca lo más posible a una urna convencional en su aspecto y uso.
- Comprensible para el votante. De fácil comprensión, sin necesidad de conocimientos específicos en informática.
- Facilidad de uso. Los votantes tienen que ser capaces de votar con algunos requisitos mínimos, formación y entrenamiento.
- Fiabilidad. No se puede producir ninguna alteración fraudulenta de los resultados de la votación. Si se trata de una elección de representantes o de algún tipo de consulta sobre opciones predeterminadas, los votantes no pueden votar más de una vez, restricción que, en principio debería de acotarse de manera distinta en otros escenarios de participación.
- Veracidad de la votación. De manera que si se descubre algún defecto en la publicación de los resultados, existan mecanismos para probar el fraude. Esta característica se puede considerar como una prueba global de la fiabilidad.
- Imposibilidad de coacción. Ningún votante debe ser capaz de demostrar qué voto ha emitido. De esta forma se impide la compra masiva de votos y la presión sobre los votantes, ya que la persona que desea influir sobre otra u otras no puede obtener garantía del resultado de su acción.
- Imparcial. Todos los votos deberán permanecer en secreto hasta que finalice el periodo de votación. De esta forma se evita que los resultados parciales afecten la decisión de los votantes que no han votado.
- Movilidad de los votantes. Permite que los ciudadanos con la facultad y requisitos para sufragar, lo puedan realizar desde cualquier lugar del mundo con sus respectivas claves de seguridad.
- Neutralidad. Todos los votos deben permanecer en secreto mientras no finalice el tiempo de la elección. De este modo, los resultados parciales no afectarán la decisión de los votantes que no han depositado su voto todavía.
- Verificación individual. Cada votante deberá poder asegurarse de que su voto ha sido considerado adecuadamente, de manera que el votante pueda obtener una prueba palpable de este hecho. Definida de este modo, puede aparecer una cierta contradicción con el requisito de imposibilidad de coacción. Cuanto más explícita es la verificación más riesgos de coacción pueden aparecer. No obstante, se pueden diseñar mecanismos no exclusivamente telemáticos, que hagan compatible ambos requisitos. En el sistema convencional el votante sabe lo que vota, y confía que será contabilizado correctamente cuando comprueba que es introducido en la urna (verificación).

Sistemas de Votación Electrónica

Existen diversos sistemas de votación electrónica que han cobrado popularidad en varias partes del mundo y han sido utilizados para procesos desde elecciones legislativas, gubernamentales y referéndums en países como Reino Unido, Estonia y Suiza; en Canadá, se les ha utilizado para elecciones municipales, en Francia y Estados Unidos, para elecciones legislativas y presidenciales y en la Unión Europea para elecciones legislativas [10,11]. Entre los sistemas de votación electrónica encontramos el de red pública de registro directo electrónico, en el que se usan boletas electrónicas y transmiten los datos de la votación desde el lugar de la votación. Por ejemplo en Brasil, la India, Venezuela y Estados Unidos los votantes usan, en todas las elecciones, máquinas de votar DRE (por sus siglas en inglés, Direct-Recording Electronic voting machine) que recogen y cuentan los votos en una sola máquina. Otros sistemas, denominados híbridos, incluyen aparatos electrónicos de marcar boletas (por lo común sistemas de digitación sobre la pantalla similares a un DRE) u otras tecnologías de asistencia para imprimir una boleta de papel verificable por el votante y el uso posterior de una máquina distinta para la tabulación electrónica. El surgimiento de sistemas de conteo de votos mediante escaneo óptico y electromecánico o tabulación electrónica trajo aparejada la aparición de sistemas en los que se pueden marcar de modo manual con lápiz digital las tarjetas o las papeletas, que después son contadas de manera electrónica

Su implementación está basada en una necesaria reforma en diversos aspectos, ello tiene que abarcar tanto cuestiones materiales, como formales y procedimentales. El desafío fundamental para cualquier sistema de votación, es asegurar que se cumplan los principios básicos que dan vida a los sistemas democráticos, en los que pueden citarse, los principios y garantías procedimentales, como son

- Que los votos se registren tal y como fueron emitidos y
- Que el cómputo electrónico se realice únicamente de los votos efectivamente registrados y con la mayor prontitud y plena precisión.

Es importante comentar que países con una gran tradición democrática, como Estados Unidos, han adoptado el sistema de votación electrónica con relativa facilidad, tal vez porque sus ciudadanos confían en sus instituciones y en sus gobernantes, sin embargo, no han estado exentos de suspicacias y sospechas, la más sonada de manera reciente fue la elección del presidente George W. Bush, en la que la Suprema Corte de ese país tomó la decisión final (tampoco se adoptó un sistema de votación electrónica). A continuación se mencionan algunas de las ventajas y desventajas identificadas con el uso del voto electrónico en procesos de democracia digital.

Ventajas	Desventajas
Facilita el proceso electoral, ya que ofrece datos fiables y rápidos en cuanto a captación de votos y resultado. Se obtienen y publican los resultados oficiales pocas horas después de cerrado el proceso electoral.	Para una futura implantación de la urna electrónica en las elecciones formales se requiere, además de reformas legislativas.
Existe incremento de votantes, ya que pudieran desde cualquier lugar: casa, trabajo, escuela, ejercer su derecho. No existe pérdida de tiempo por parte del elector, al evitarse las largas filas en el día de la elección	No se garantiza la privacidad y secreto de la elección, además de que los datos si no cuentan con los candados suficientes pueden ser manipulados. Si no se cuenta con una estructura de seguridad informática y capacitación de recursos humanos
Permite a las personas ejercer su voto desde cualquier lugar del mundo. Favorece el voto de las personas en países extranjeros	Son muy costosos el hardware y software, contemplando también el costo total de propiedad, a lo que se debe añadir mantenimiento, licencias, soportes, capacitación.
Se ahorran recursos financieros. El uso de la urna electrónica no sólo aligerará la carga de trabajo de los funcionarios electorales, sino que podrá reducir los errores humanos, simplificar las tareas en las casillas, aumentar la rapidez en la obtención y difusión de resultados y, adicionalmente, generar importantes ahorros en la documentación y materiales electorales	Genera desempleo, ya que muchas personas que trabajan en el proceso electoral son despedidas o dejan de ser contratadas

METODOLOGIA PROPUESTA

En la transición al voto electrónico deben atenderse todas las etapas del proceso, de los cuales podemos mencionar los siguientes. También podemos añadir a éstas, las siguientes etapas muy relacionadas con el desarrollo inmediato a la emisión del voto:

- Identificación, autenticación y validación del votante:

- Establecimiento de las preferencias del votante en relación con las opciones que se le plantean.
- Emisión del voto.
- Recuento de votos: los responsables de las mesas electorales realizan un recuento una vez cerrado el organo electoral.
- Verificación (condicional): en caso de duda o de no concordancia entre número de votos emitidos y número de votantes anotado, se inician las verificaciones necesarias. En algunos países se almacenan las papeletas bajo fuertes medidas de seguridad hasta que la proclamación de resultados es definitiva.

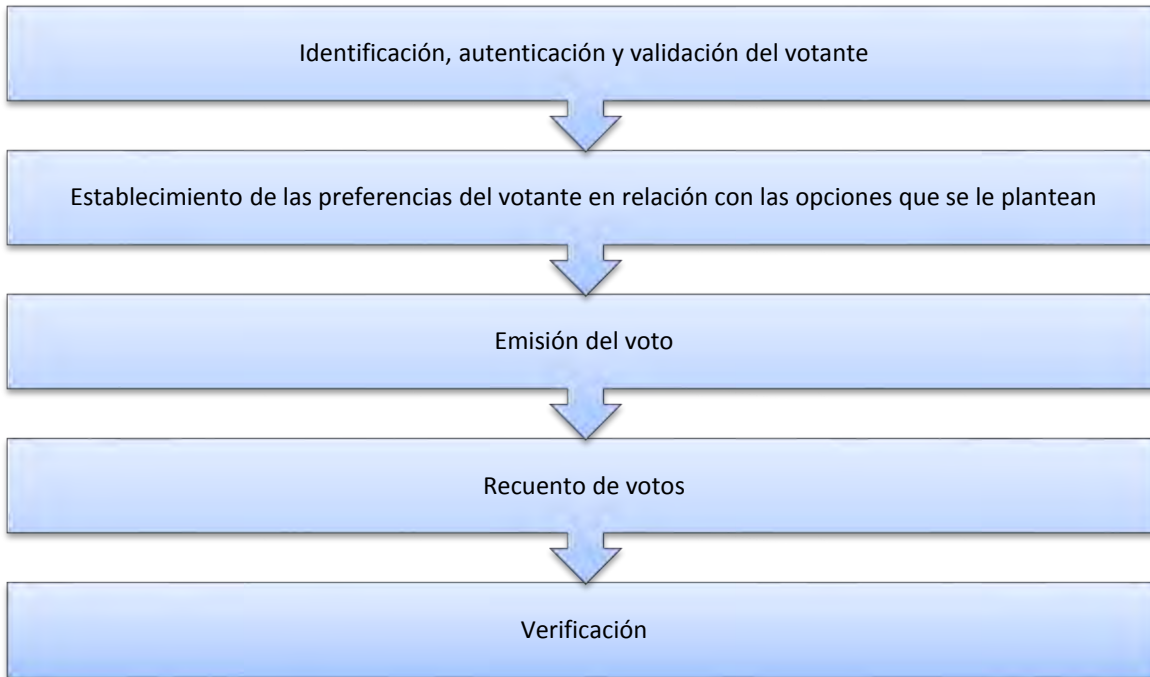


Figura 1. Propuesta general para metodología de uso del voto electrónico

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Si bien el sentido y la razón de ser de los sistemas electorales se hallan en la protección de los derechos políticos fundamentales de los ciudadanos, esto es, el derecho de votar y ser votados, la seguridad y confiabilidad de la información y los respectivos procedimientos validados, los cuales se inician mucho antes de que estos derechos se materialicen. La adopción de cualquier sistema de votación electrónica genera ventajas evidentes, como son el considerable y significativo ahorro en los costos de la elección, al ser innecesarias las boletas, los crayones, las mamparas, las urnas, etc.; también existe ahorro de tiempo, pues el escrutinio de los votos se realiza de manera ágil y rápida, los resultados de la elección, en consecuencia, son inmediatos; además, como el voto electrónico puede ser registrado a distancia, de manera nacional y en el extranjero, lo cual ataca de manera directa el problema del abstencionismo, pues muchas personas no acuden a votar porque no tienen medios de transporte que los conduzcan a la casilla; en otras ocasiones, el clima lluvioso, frío o demasiado caluroso aleja a los votantes; en no contadas ocasiones, es el temor a que se generen trifulcas en las casillas lo que provoca el alejamiento del electorado, y también la desidia y el desinterés en los candidatos o en el resultado mismo de la elección son circunstancias que provocan un alto grado de abstencionismo en los electores

Es necesario aclarar que los sistemas de votación electrónica no están exentos de fallas, pero en su totalidad se debe como siempre al uso adecuado o no, mal intencionado o no, que se haga de la tecnología, ya que la presencia de *hackers* y *crackers* amenazan con la posibilidad de viciar y alterar el propio sistema con la consecuencia de que el cómputo de votos no sea exacto ni veraz, aunado a que sea difícil detectar el origen de la falla. Es posible el fraude electoral, mediante la adulteración física de las máquinas de votar.

REFERENCIAS

1. CAREY, John M., "Visible Votes: Recorded Voting and Legislative Accountability in the Americas", En: <http://www.dartmouth.edu/~jcarey/visible%20votes.pdf>, 06- 2005.
2. CARIACEDO, Justo, et. al, "Votación electrónica basada en criptografía avanzada (Proyecto VOTESCRIPT)", en <http://suma ldc.usb.ve/~cita2002/CIT Documentos/Articulos/005.pdf>, 06-2005.
3. CHANG, Roberto y FERREIRA MATOS; Francisco, "La automatización de los procesos electorales" en Cuadernos de CAPEL, número 43, San José, 1998.
4. CRIADO GRANDE, J. Ignacio y RAMILO ARAUJO, Mª Carmen, "De la Administración Pública electrónica a la Administración Pública Relacional: Aportaciones para una propuesta analítica integradora", En: <http://cibersociedad.rediris.es/congreso/comms/g08criado-ramilo.pdf>, 06-2005.
5. IIDH/CAPEL (2000) Diccionario Electoral, San José.
6. IIDH/CAPEL (2004) Memoria del Seminario Internacional sobre Modernización de Procesos Electorales: la experiencia reciente de América Latina y su aplicabilidad a un país como Colombia, San José.
7. DURÁN, J., ZORITA, M, et al. "Sistema de monitorización y presentación multicast de escrutinios en tiempo real", En: <http://www.rediris.es/rediris/boletin/62- 63/ponencia14.pdf>, 06-2005.
8. MARCOS, Mari Carmen y BELÉN GIL, Ana, "Información parlamentaria autonómica en la Red: un impulso electrónico a la democracia", En: <http://rayuela.uc3m.es/~mcmarcos/parlamentos%20marzo%202002.pdf>, 06-2005.
9. MONTEIRO, Américo, et. al., "Sistemas Electrónicos de Votação", En: <http://www.di.fc.ul.pt/biblioteca/tech-reports/01-9.pdf>, 06-2005.
10. PÉREZ-UGENA Y COROMINA, Álvaro, "Democracia digital. Nuevas tecnologías y sistema electoral", En: <http://www.us.es/cidc/Ponencias/electoral/AlvaroPerez.pdf>, 06-2005.
11. RIAL, Juan (2004), "Posibilidades y límites del voto electrónico". En Elecciones, N° 3, Lima.
12. THOMPSON, José (2002), "Democracia, participación y derechos humanos". En: Revista IIDH, 34-35, San José, pp. 79-103
13. TUESTA, Fernando (2007), "El voto electrónico", en Tratado de derecho electoral comparad. 2da. Edición, México, FCE.
14. YRIVARREN, Jorge (2004), "Electrónica y democracia", en Elecciones, N° 3, Lima.

Exploración sobre la percepción de botellas de agua en Cd. Juárez

MCI. Juan Manuel Madrid Solórzano¹, M.C. Ludovico Soto Nogueira²,
Dr. Rutilio García Pereyra³ y Mtro. Javier Antonio Lom Holguín⁴

Resumen—Este artículo presenta factores y características físicas que más influyen en la decisión de compra de jóvenes en Ciudad Juárez, Chihuahua; a partir de una investigación exploratoria. La metodología consistió en aplicar el método del collage y en la realización de grupos de enfoque. Los participantes para este estudio fueron alumnos de nivel universitario. Los resultados muestran que la percepción de la marca influye de manera importante en la decisión de compra, así también se encontraron características físicas que son bien percibidas por jóvenes universitarios.

Palabras clave—percepción, botellas de agua, facilidad de uso, conceptualización, diseño industrial.

Introducción

Un elevado porcentaje de estudiantes en México compran a diario agua embotellada porque lo consideran como un buen hábito para su salud. A través de observaciones realizadas durante la temporada de calor en Ciudad Juárez, se pudo concluir que las marcas preferidas de agua embotellada por jóvenes universitarios son Bonafont, E pura y Ciel. Estas marcas son compradas preferentemente en las tiendas de autoservicios. Las compañías dueñas de estas marcas son Danone, Pepsi-Cola y Coca-Cola respectivamente. Estas empresas cuentan con recursos económicos para realizar publicidad en revistas, panorámicos y televisión. Así también, pueden generar promoción de sus productos en los puntos de ventas.

Estas estrategias de mercadotecnia pueda ser que influyan o no en las decisiones de compra de los consumidores, sin embargo, con observaciones y entrevistas realizadas, se identificó que las marcas preferidas por estudiantes tienen acaparados los espacios en los refrigeradores en donde se exponen productos y los primeros anaqueles que se encuentran a la entrada de la tienda. Los estantes, dentro de los refrigeradores, que están a nivel de la vista de los consumidores son ocupados por las mencionadas marcas, los demás espacios son ocupados por otras marcas de comercialización nacional que no son tan comerciales en el mercado local, como son la de Santa María de la empresa Nestlé, Aguafiel del Grupo Peñafiel y Agua Fiji que pertenece a un empresa sede en Estados Unidos de Norteamérica.

En el mercado juarenses, se pudo distinguir la existencia de dos marcas locales, Agua Alaska y Aguaceiro. La primera marca pertenece a una compañía que posee tiendas de autoservicio por toda la localidad (Del Rio y Superette), por lo que tienen una capacidad de comercialización muy importante, y su estrategia de competencia frecuentemente vista es el de ofertar a mitad de precio. La segunda compañía es pequeña, sin embargo distribuye su producto en una empresa local que vende helados y postres congelados, denominada Trevly. Se pudo inspeccionar que su principal punto de distribución de su agua embotellada es en esta cadena de helados, ya que se contempló que Aguaceiro, en las tiendas de autoservicio como OXXO, era desplazada a una esquina de la tienda, en donde el producto no podía ser visto fácilmente por el consumidor y en algunas veces ni si quiera era colocado en un anaquel, además de presentar polvo en su superficie; en cambio las marcas nacionales poseían una mejor presentación y eran fácilmente visibles al consumidor. Por medio de realizar entrevistas informales con 72 jóvenes, entre estudiantes de secundaria, preparatoria y a nivel universitario, se concluyó que este segmento de mercado puede dejar de comprar su marca preferida de agua embotellada, (a) si existe una oferta o promoción por parte de la que considera es la competencia, y otra manera en que dejaría de comprar la de su preferencia es (b) cuando se le presenta otra marca ante sus ojos como la primera opción de compra. Pero ante todo, el 58% de los entrevistados mencionó que el agua embotellada Bonafont era su preferida porque la consideraban de mejor sabor, aunque su envase no era de fácil agarre y/o transportación.

Por lo anterior, se dedujo que para un empresario pequeño en el ramo es difícil competir con las marcas nacionales antes mencionadas, ya que están a merced de las promociones y ofertas de las grandes compañías, así

¹ MCI. Juan Manuel Madrid Solórzano es Profesor del Departamento de Diseño en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. jmadrid@uacj.mx (**autor correspondiente**).

² MA. Ludovico Soto Nogueira es Profesor del Departamento de Diseño en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. lusoto@uacj.mx.

³ El Dr. Rutilio García Pereyra es Profesor del Departamento de Diseño en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. rutilog@gmail.com

⁴ MCI. Javier Antonio Lom Holguín es Profesor del Departamento de Diseño en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. jlom@uacj.mx

como de aquellas estrategias en donde los desplazan a áreas de difícil acceso para el consumidor dentro de la tienda de autoservicio. Aunque una manera de conseguir incrementar su participación en el mercado y publicitarse, es a partir de establecer alianzas con otras empresas dentro del ramo de venta de alimentos. Otro camino que se puede adoptar es a través del diseño del envase, para que consiga que el consumidor lo voltee a mirar y se acerque a examinarlo; pero la decisión de compra también dependerá de otros factores, como son: la mercadotecnia y publicidad, el precio, la semántica de la etiqueta y el contexto del punto venta en donde se ofrece al público (Madrid Solórzano y García Pereyra, 2013).

El re-diseño de la apariencia de un objeto es una estrategia utilizada para ser más competitivos en el mercado. Investigaciones demuestran que el cambiar la apariencia visual de un producto puede influir en que el consumidor se sienta atraído a éste (Luo, S., Fu, Y. y Kovernmaa, P., 2012; Spence, C. y Wan, X., 2015). Pero para saber qué características físicas se deben cambiar en su apariencia visual, primero es necesario conocer cuáles son los significados o interpretaciones que se le atribuyen a la semántica que éste presenta. Por tal motivo, este documento presenta una investigación en donde se exploró la percepción visual de varias marcas de agua embotellada. A continuación se describe el método utilizado para explorar la preferencia de los consumidores.

Descripción del método

La herramienta usada para explorar los significados fue una modificación del método empleado por Costa, Schoolmeester, Dekker & Jongen (2003). El método se desarrolla en tres actividades principales. En la primera, en el moderador realiza una presentación y menciona el propósito del estudio, les pide a los participantes que formen equipos, luego describe brevemente las actividades a realizar y se dirige a ellos solicitándoles autorización para filmar las dos últimas actividades; después de la presentación, da instrucciones a cada equipo para que procedan a recortar imágenes de varias revistas previamente seleccionadas por los miembros. Las imágenes elegidas deben hacer alusión a los significados de los signos que configuran el objeto de estudio. Luego estas se pegan en dos lugares específicos de una hoja de rotafolio, en el centro se colocan aquellas en las que todos los integrantes del equipo coinciden que los recortes satisfacen una explicación de lo que significa los signos; en los laterales se colocan imágenes que aluden a opiniones individuales. El tiempo aproximado para esta actividad es de 45 minutos. Después se lleva a cabo un descanso de 15 minutos antes de continuar con la siguiente.

En la actividad dos, cada equipo nombra a un representante para que pase a describir los significados de los recortes colocados en el centro de la hoja. Se les dan 15 minutos para que cada uno realice anotaciones pertinentes para su exposición. Después de la intervención del representante, cada miembro del grupo propina su versión particular del significado de la imagen colocada en alguno de los laterales. Luego que todos los equipos exponen, se efectúa la última actividad, en esta el moderador plantea algunas preguntas para que los participantes aporten sus ideas o pensamientos sobre el objeto de estudio, y responde dudas surgidas en el transcurso de la actividad dos.

Detalles de la aplicación del método

La muestra que se tomó fueron un total de 120 estudiantes de nivel universitario en Ciudad Juárez durante un período de un año. Se formaron grupos de enfoque de tres a cuatro participantes, la mayoría de ellos fueron mixtos, es decir, se conformaron de hombres y mujeres; aunque hubo grupos donde sus integrantes fueron de un solo sexo. En la figura uno se muestran dos ejemplos de collage creados por un equipo conformado por mujeres (figura 1a) y el otro fue elaborado por un grupo de tres hombres (figura 1b).

Cada collage creado se analizó de la siguiente manera. Primero, a partir de las declaraciones grabadas de los participantes cuando explicaban un collage, se creó la mayor cantidad de enunciados que indicaban una necesidad insatisfecha del usuario. Para ir creando los enunciados se aplicó el proceso expuesto por Ulrich (2011), este consiste en preguntar cinco veces la pregunta ¿por qué?. Por ejemplo, la declaración de un participante fue el siguiente: “...se resbalan los de 1.5 litros, por lo que tienes que estar cambiando de posición”; a partir de esta declaración se realizó cinco enunciados. En la figura uno se muestra el proceso de cómo se crearon cinco enunciados a partir de la declaración antes mencionada. Es importante mencionar, que los enunciados que se crearon durante este proceso fueron en forma arbitraria, no se siguió una metodología u orden para establecerlos.

Posterior a crear el listado, se ordenaron todos los enunciados en una lista de forma jerárquica. Se anotaron en primer lugar aquellos enunciados que mencionaban una cualidad o propiedad, dejando al último aquellos que eran muy generales. Enseguida, se eliminaron enunciados que eran secundarios u subordinados, por ejemplo, en el enunciado “c) La forma cilíndrica de una botella de agua es la inapropiada”, que se muestra en la figura uno, es un enunciado que está subordinado a la oración “e) No tiene un dispositivo de agarre para colocarlo en el cinturón, asas de las mochilas o bolso de mano”, debido a que la mayoría de las mochilas observadas en las entrevistas informales presentan una forma rectangular y éstas permiten guardar una botella cilíndrica; sin embargo, los

participantes declararon que siempre llevan muchas cosas en la mochila que les impide llevar un botellón de agua en su interior, por lo tanto, es mejor enfocarse a diseñar una botella que incluya algún tipo de dispositivo para que se cuelgue a la mochila en su parte exterior o al usuario, permitiendo que las manos libres del usuario queden libres. Esta decisión de subordinar el enunciado c) al e) también se coteja con otras declaraciones hechas por los participantes, por ejemplo, “cuando se trae la lonchera y la comida en la mochila, y está bien cargada pos se tiene que traer la botella de agua en la mano”. Posterior a eliminar enunciados se obtuvo una lista final que le denominamos como la lista básica de necesidades.



Figura 01. Ejemplos de collages creados por participantes

Declaración del participante:
“...se resbalan los de 1.5 litros, por lo que tienes que estar cambiando de posición”.

1) ¿Por qué?
a) Es difícil presionarlo con la mano y el brazo

2) ¿Por qué?
b) La superficie de la botella no proporciona suficiente fricción

3) ¿Por qué?
c) La forma cilíndrica de una botella de agua es la inapropiada

4) ¿Por qué?
d) No permite ser fácilmente transportada en una mochila escolar

5) ¿Por qué?
e) No tiene un dispositivo de agarre para colocarlo en el cinturón, asas de las mochilas o bolso de mano.

subordinado

Figura 02. Proceso para establecer un listado de enunciados

El siguiente paso consistió en crear categorías a partir de la lista básica, es decir, agrupar los enunciados por similitudes o que expresarán una misma necesidad. Se solicitó que estudiantes de diseño industrial se agruparan en equipos para que a partir de la lista básica crearan sus categorías. Por ejemplo, una categoría creada fue nombrada Calidad de Agua; esta categoría agrupo enunciados que englobaron definiciones acerca de las características físicas que una botella debe tener en su superficie para que el agua se considere de calidad. Un total de cinco grupos se formaron, cada uno de 3 a 5 estudiantes. Posteriormente, se procedió a unificar criterios es decir a unificar categorías similares para poder generar un listado final de requerimientos de diseño de una botella, requerimientos para conceptualizar o generar propuestas a nivel semántico; en la tabla 1 se muestra el listado de requerimientos que expresan las características físicas básicas que debe tener la apariencia visual de una botella para almacenar agua, para que llame la atención del cliente.

Resultados

En seguida, se solicitó a alumnos de diseño industrial que a partir de esta lista de requerimientos, realizarán propuestas de diseño para una botella de agua para su venta a jóvenes universitarios en tiendas de autoservicio. Todas estas propuestas fueron a nivel de conceptualización, es decir, no se describe la selección de materiales o procesos de manufactura.

Cada una de las propuestas de los alumnos fue cotejada con los requerimientos, eliminando aquellas que sólo proyectaron en su apariencia cuatro de los seis atributos. Se permitió que cada estudiante pudiera agregar un atributo físico fuera del listado o no tomará en cuenta uno de los seis requerimientos. Es importante mencionar, que se tomaron alumnos de los dos primeros semestres de la licenciatura por considerarlo que no piensan como expertos, piensan más como un usuario, al contrario de estudiantes de niveles avanzados que son influenciados por las teorías y tendencias en el diseño estudiados a lo largo de su formación. En la figura 03 se presentan las propuestas seleccionadas por el equipo líder de esta investigación, que pudieran tomarse de guía para aquellos empresarios en el ramo.

Requerimiento (Lo que quiere el cliente)	Atributo físico con el que se logra el significado del requerimiento (Apariencia Visual)
Calidad de agua	<i>Superficie transparente para visualizar el contenido y que refleje la luz</i>
Buen agarre	<i>Forma de silueta femenina con curvas y altos relieves que indican una zona adaptable a la mano</i>
Resistencia	<i>Las curvas proporcionan apariencia de resistencia</i>
Fácil de transportar	<i>Contar con un elemento sujetador para facilitar su traslado y manipulación en mochilas</i>
Tapa segura	<i>Tapa que evite derrames y de fácil manipulación para ingerir el agua</i>
Llamativa	<i>Superficie con una mezcla de curvas, vetas y altos relieves</i>

Tabla 1. Listado de requerimientos para generar conceptos nuevos en la apariencia visual de una botella

Comentarios Finales

Los bocetos creados proyectan una apariencia visual que reúne atributos físicos que según los datos de la investigación proporcionó; sin embargo, es importante considerar que existen otros factores que determinan que un producto llame la atención del cliente y que se traduzca en una compra, por ejemplo, el contexto; éste es un factor importante, no es lo mismo que el producto sea percibido en la esquina de una tienda con polvo, a que se presente de una manera presentable, limpia, al cliente, por lo que se recomienda que cualquier cambio en el diseño debe ir acompañado con una buena estrategia de distribución.

A través de la exploración que se realizó en el mercado de juarense, se detectó que un canal para distribuir un producto sin que los competidores nacionales puedan afectar su estrategia de publicidad y promoción, es por medio de vender su producto en las llamadas “segundas”, que son mercados informales en la ciudad en donde se vende gran cantidad de agua embotellada.

Se recomienda que a partir de estos requerimientos se continúe la investigación aplicando algunos métodos cuantitativos, como son el método de diferencial semántico o el modelo de Kano. Así también, otro avance en esta investigación sería generar los procesos de manufactura para crear los conceptos antes presentados.

Por finalizar, se puede concluir desde la perspectiva del segmento de mercado explorado, que la forma de una botella de agua está subordinado a los espacios de una mochila, es éste último objeto quien determina la buena percepción de la facilidad de transportación de una botella. Así también se pudo percibir que una botella cuya

superficie es mayoritariamente lisa es percibida como una marca barata y significa que la calidad del agua no es buena.



Figura 03. Conceptos creados por alumnos a partir de la lista de requerimientos

Referencias

Ulrich, K. "Design creation of artifacts in society", *Universidad de Pennsylvania* (en línea), consultada por Internet el 13 de agosto del 2014. Dirección de internet: <http://opim.wharton.upenn.edu/~ulrich/designbook.html>.

Costa, A.I.A.; Schoolmeester, D.; Dekker, M. & Jongen, W.M.F. Exploring the use of consumer collages in product design. *Trends in Food Science & Technology*, 14, 2003, consultada por Internet el 23 de marzo de 2012. Dirección de internet: base de datos Science Direct.

Madrid Solórzano, J. M. y García Pereyra, R. "La configuración del iPod clásico". *Culcyt*, vol. 9, no. 46, 2013. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

Luo, Shi-jian, Fu, Ye-Tao, Korvenmaa, P. A preliminary study of perceptual matching for the evaluation of beverage bottle design. *Industrial Ergonomics*, 42, 2012, consultada por Internet el 23 de marzo de 2012. Dirección de internet: base de datos Science Direct.

Spence, C., Wan, X. Beverage perception and consumption: the influence of the container on the perception of the contents. *Food Quality and Preference*, 39, 2015, consultada por Internet el 02 de enero de 2015. Dirección de internet: base de datos Science Direct.