

Análisis de los factores físicos dañinos a los que están expuestos los trabajadores de una microempresa del estado de Veracruz.

MIA. Magdalena Hernández Cortez¹, MIA. María de Lourdes López Cruz²,
MIA. Beatriz Morales Castillo³

Resumen— En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en una microempresa, en el estado de Veracruz, caso una tortillería, en el que el objetivo fue detectar y analizar la manera en como los trabajadores de dicho ramo, se encuentran expuestos dentro de las distintas áreas de trabajo a factores físicos dañinos que afectan a la integridad física de cada uno de ellos. De tal manera se logró el análisis y medición de cada uno de los factores, así como comparándolos de acuerdo a las normas oficiales mexicanas, así como también haciendo un énfasis en la ley federal del trabajo, la cual establece los límites máximo y mínimos permitidos.

Palabras clave—Análisis, Factores físicos, Microempresas

Introducción

En los últimos años mucho se ha hablado de la microempresa. No es para menos: del conjunto de micro, pequeñas y medianas empresas (Mi Pymes), hoy en día constituyen una parte significativa de la economía del país.

Estas organizaciones contribuyen con 40% del empleo en México, de tal manera, que en esta década de inicio del nuevo milenio, se pueden considerar como la expresión de un proceso de recuperación y reordenamiento de la economía nacional, puesto que es un mecanismo de generación de empleo y de ingresos. Sin embargo por el tamaño o el número de trabajadores que en ellas existen, no se toma consideraciones sobre los efectos o daños provocados por los equipos, maquinaria y ambiente, a las que está expuestos los trabajadores, provocando afectaciones dentro del ambiente de trabajo, no garantizando con esto la seguridad y confort

No obstante es necesario llevar a cabo acciones preventivas las cuales deben iniciarse mucho antes de que se manifieste cualquier daño para la salud, e incluso antes de que se produzca la exposición. Resulta así mismo interesante, conocer dentro de la microempresa y a detalle los efectos de las actividades realizadas de manera cotidiana, logrando identificar los diferentes agentes causantes, la forma de exposición y las características de riesgo o consecuencias hacia los trabajadores, además de lograr identificar dentro de las Normas oficiales Mexicanas, cuales son los límites máximos o mínimos permisibles y finalmente proponer estrategias de mejora.

La presente investigación se realizara a una microempresa dedicada a la elaboración de tortillas, la cual en la actualidad los trabajadores se encuentran en constante contacto con factores físicos (ruido, iluminación, temperatura), mismas que de acuerdo a estadísticas pudieran provocar una lesión o enfermedad profesional.

Descripción del Método

Participantes:

Los participantes de esta investigación son trabajadores activos de la microempresa dada las características actualmente se cuenta con 6 trabajadores (información proporcionada por el propietario), de tal manera que a cada uno de ellos se le realizaran los estudios o mediciones necesarias para esa investigación.

Metodología:

El trabajo es esencial para la vida, el desarrollo y la satisfacción personal. Por desgracia, actividades indispensables, como la producción de alimentos, la extracción de materias primas, la fabricación de bienes, la producción de energía y la prestación de servicios implican procesos, operaciones y materiales que, en mayor o

¹ MIA. Magdalena Hernández Cortez. Docente de Ingeniería Industrial, en el Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Ver, México. mayda_bebe@hotmail.com (autor correspondiente)

² MIA. María de Lourdes López Cruz. Docente de Ingeniería Industrial, en el Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Ver, México. louviie6@hotmail.com

³ MIA. Beatriz Morales Castillo. Docente de Ingeniería Industrial, en el Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Ver, México bmorac_7@hotmail.com

menor medida, crean riesgos para la salud de los trabajadores, las comunidades vecinas y el medio ambiente en general.

Atendiendo estas consideraciones se realizó el estudio dentro de la tortillería Hidalgo, analizando factores físicos que pudieran ocasionar alguna lesión o daño a los trabajadores.

Para la realización de esta investigación se llevó a cabo la siguiente metodología:

1.- Identificación del Agente Causal

La identificación de riesgos fue una etapa fundamental en la en la tortillería hidalgo así como indispensable para una planificación adecuada de la evaluación de riesgos y de las estrategias de control, así como para el establecimiento de prioridades de acción. Un diseño adecuado de las medidas de control requiere, asimismo, la caracterización física de las fuentes y de las vías de propagación de los agentes contaminantes. Se logró la identificación de los agentes causantes, mediante un recorrido por las instalaciones de dicha empresa en donde resultado claro la exposición de los trabajadores a el ruido, iluminación, temperatura, los cuales se analizaron y a su vez compararon con lo establecido en Normas Oficiales Mexicanas, las áreas observadas fueron: Molinos, Almacén, Ventas, Producción.

La identificación de riesgos permitió determinar:

- Los agentes que pueden estar presentes y en qué circunstancias;
- La naturaleza y la posible magnitud de los efectos nocivos para la salud y el bienestar.

En la figura 1, se observa el resultado de la identificación, con ayuda de una lluvia de ideas y un diagrama Ishikawa, en la cual se analizaron cada una de las diferentes áreas y los agentes que pueden interferir dentro de ellas.



Fig. 1.- Diagrama Ishikawa para identificar la identificación de factores físicos.

2.- Identificación de la forma de exposición

La determinación de la naturaleza y la magnitud potencial de los efectos biológicos que estos agentes pueden causar si se produce una exposición excesiva a ellos exige el acceso a información toxicológica, con el objetivo de obtener información que permita diseñar o establecer la eficiencia de las medidas de control, así como también la evaluación de la exposición de los trabajadores a riesgos profesionales, agentes físicos.

En base a estas consideraciones se realizó un análisis donde fue necesario conocer e identificar dentro de las diferentes áreas el agente físico que interviene, así como también el tiempo al que el personal se encuentra expuesto. A continuación se muestra un ejemplo en la tabla 1, de cómo se realizó la identificación de la forma de exposición.

Área analizada	Ruido NOM 011		Temperatura NOM 015		Iluminación NOM 025		Vibración NOM 024	
	Con exposición	Tiempo expuesto	Con exposición	Tiempo expuesto	Con exposición	Tiempo expuesto	Con exposición	Tiempo expuesto
Molino	Si	8 hrs	Si	8 hrs	Si	8 hrs	Si	8 hrs
Producción	Si	12 hrs	Si	12 hrs	Si	12 hrs	Si	12 hrs
Almacén			Si	8 hrs	Si	8 hrs		
Ventas	Si	12 hrs	Si	12 hrs	Si	8 hrs		

Tabla 1: Identificación de factores dentro de las diferentes áreas

3.- Evaluación de la exposición

El objetivo de la evaluación de la exposición fue determinar la magnitud, frecuencia y duración de la exposición de los trabajadores a un agente. Se han elaborado directrices al respecto tanto en el ámbito nacional como internacional; por ejemplo, a nivel nacional existen Normas Oficiales Mexicanas, que permiten realizar una evaluación cuantitativa de los niveles máximos y mínimos permisibles para las jornadas de trabajo, así como las características de las áreas de trabajo, el tiempo máximo permisible cuando un trabajador se encuentra expuesto a factores físicos dañinos. La evaluación tiene como finalidad investigar la presencia de agentes en el medio de trabajo, en cada una de las diferentes áreas. En la tabla 2, se muestra un ejemplo de la evaluación, de los factores físicos y en la tabla 3, se logró identificar si el nivel de afectación es alto, medio o bajo. (M^a Begoña Martínez-Jarreta, 2012)

EVALUACION DE RIESGO POR PRESENCIA DE AGENTES FISICOS.				
NOMBRE DEL AREA, TALLER O DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN				
AGENTE FISICO	RUIDO	TEMPERATURA	VIBRACION	ILUMINACIÓN
RIESGO	Dolores de cabeza. Problemas auditivos. Estrés.	Agotamiento por calor. Calambres Sincope Golpe de calor	Dolores de cabeza. Problemas de articulaciones. Problemas de equilibrio	Agudeza visual Dolores de cabeza Mareos
CAUSAS	Ruido constante y no utilizar el EPP adecuado.	Lapsos de exposición prolongados y falta de extractores de calor.	Desconocimiento de los daños que estos provocan. Tiempo de exposición excesivo,	Falta de iluminación Objetos obstruyendo
PERSONAS EXPUESTAS	4	4	4	4
TIEMPO DE EXPOSICION	De 12 hrs o más.	De 12 hrs o más.	De 8 hrs o más.	De 12 hrs o más.
LIMITES PERMISIBLE	90 dBA 8 hrs.	0 a 180	De 4 a 8 hrs, hasta 4 ak, en m/s ²	300 luxes
NIVEL	De 90 a 96 dBA.	De 30.0 a 37.1 °C trabajo continuo.	5 ak, en m/s ²	400 luxes
MEDIDAS	Uso adecuado	Lapsos de	Lapsos de	Adecuar

PREVENTIVAS	del EPP (tapones auditivos u orejeras).	exposición controlados y usar el EPP correcto (ropa de algodón).	exposición controlados.	lámparas Limpieza a luminarias
RECOMENDACIONES	Revisiones auditivas constantes y adquirir el EPP adecuado.	Adquisición de extractores de calor. Utilizar bebidas rehidratantes.	Lapsos de descanso.	Revisiones constantes de la intensidad, así como la adaptación de nuevas lámparas con mayor intensidad.

Tabla 2: Evaluación del nivel de concentración de los agentes físicos.

ANÁLISIS.												
Agentes.	Ruido.			Temperatura.			Vibración.			Iluminación.		
Lesiones o enfermedades.	Lesiones auditivas. Dolores de cabeza. Estrés.			Calambres. Agotamiento por calor.			Dolores de cabeza.			Cansancio ocular.		
Áreas.	Producción. Molino. Ventas.			Producción. Molino.			Molino. Producción			Almacén.		
Nivel.	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B
Medidas preventivas.	Uso adecuado de tapones auditivos. Lapsos controlados de trabajo.			Colocación de extractores de calor. Lapsos controlados de exposición.			Lapsos de exposición controladas.			Uso de tragaluces. Colocación de amparas de luz blanca.		
NIVEL												
A ALTO												
M MEDIO												
B BAJO												

Tabla 3: Análisis del nivel de afectación

4.- Prevención y control de riesgos a la salud

El objetivo de la prevención y control de riesgos para la salud, radica en realizar una adecuada aplicación de medidas para prevenir y controlar los riesgos en el medio en que se desarrollan estos agentes causantes, además de introducir controles técnicos que eviten las exposiciones profesionales actuando en el medio ambiente de trabajo y, en consecuencia, reduciendo la necesidad de que los trabajadores o las personas que pueden verse expuestas tengan que poner algo de su parte. Las medidas técnicas suelen exigir la modificación de algunos procesos o estructuras mecánicas. Su finalidad es eliminar o reducir el uso, la generación o la emisión de agentes peligrosos en la fuente o, cuando no se pueda eliminar la fuente, prevenir o reducir la propagación de agentes peligrosos en el medio ambiente de trabajo.

Para llevar a cabo la fase de prevención y control y en base a la evaluación y análisis de exposición actuales, se propone que se lleven a cabo las siguientes actividades que se observan en la figura 2, dentro de las áreas de trabajo.



Figura 2: Análisis y propuesta de mejora de las condiciones actuales

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Dentro de esta perspectiva, y con los datos obtenidos del análisis se obtuvieron los siguientes resultados.

Cada una de las áreas analizadas, tienden a tener un nivel que rebasan los límites permitidos así como las horas de exposición con respecto a las jornadas de trabajo esto en base a lo establecido por las Normas Oficiales Mexicanas y la Ley Federal del Trabajo, sin embargo se permite observar en los análisis que el grado de afectación aún se puede considerar dentro de una escala media, la cual ofrece la oportunidad de tomar medidas que pudieran controlar o prevenir enfermedades profesionales.

Por otra parte analizando cada uno de los factores físicos se logra observar que el ruido rebasa los 90 dBA del límite máximo establecido por la NOM 011, en el cual de acuerdo con las mediciones realizadas en diferentes jornadas de trabajo, se lograron identificar que este factor físico alcanza en 12 horas de jornadas laborales más de 95 dBA, de tal manera que puede provocar, sordera, dolores de cabeza, etc.

La temperatura es otro factor muy importante dentro de este proceso ya que dentro de la zona donde se encuentra esta microempresa, la temperatura atmosférica rebasa los 35° en temperatura normal, sin embargo el proceso que dentro de esta se elabora requiere de maquinaria que al momento de realizar su función o proceso de cocción genera alta temperatura que anudada a la que en la intemperie existe provoca mayor agotamiento, dolores de cabeza, además de provocar artritis, todo esto en relación a lo establecido en la NOM 015.

Evidentemente lo establecido en la NOM 024 y NOM 025 en referencia a las vibraciones e iluminación, resulta de igual manera de interés el análisis debido a que este es afectado ya que se logra rebasar los límites permitidos, sin embargo suelen ser menores las afectación así como el tiempo de exposición en estos dos factores a comparación de los anteriores.

Conclusiones

Se sugiere que esta microempresa tome en consideración este análisis, de manera que proteja la integridad física de cada uno de los trabajadores, así como también modifique o rediseñe las instalaciones de manera que disminuyan el contacto con estos factores físicos con los trabajadores, es decir que se puedan aislar o aislar la propagación de dicho factores.

Referencias

M^a Begoña Martínez-Jarreta, M. P. (2012). Agentes Físicos. *Escuela profesional de medicina del trabajo*, 32. Salvador, J. C. (s.f.). *Gestión Sanitaria*. Recuperado el 18 de septiembre de 2015, de <http://www.gestion-sanitaria.com/7-higiene-industrial.html>

Sánchez Aguilar, M., Pérez-Manríquez, G. B., & González Díaz, G. (2011). Enfermedades potenciales derivadas de factores de riesgo presentes en la industria de producción de alimentos. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 57(225), 300-312.

Trabajo, O. I. (2001). *Factores Ambientales en el lugar de trabajo. Repertorio de recomendaciones practicas de la OIT*. Ginebra, Suiza: Oficina Internacional de Trabajo.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001

Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001

Norma Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008

Notas Biográficas

La MIA. Magdalena Hernández Cortez. La autora es profesora del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Veracruz, México. Termino sus estudios de licenciatura en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz. Concluyo sus estudios de maestría en el Instituto de Estudios Universitarios, Veracruz y actualmente es doctorante del Colegio de Estudios Avanzados de Iberoamérica

La MIA. María de Lourdes López Cruz. Es profesora del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Veracruz, México. Termino sus estudios de licenciatura en el Instituto Tecnológico de Veracruz, Veracruz. Concluyo sus estudios de maestría en el Instituto de Estudios Universitarios, Veracruz y actualmente es doctorante del Colegio de Estudios Avanzados de Iberoamérica y miembro del colegio Nacional de Ingenieros Industriales.

La MIA. Beatriz Morales Castillo. Es profesora del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Veracruz, México. Termino sus estudios de licenciatura en el Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Veracruz, Veracruz. Concluyo sus estudios de maestría en el Instituto de Estudios Universitarios, Veracruz.

Conocimiento empírico de la figura educativa sobre el diseño curricular

Dra. Jaquelina Lizet Hernández Cueto¹, Dra. María del Consuelo Salinas Aguirre²,
Dr. Eduardo Ruiz Pérez³ y Lic. David Eduardo Corral Garibaldi⁴

Resumen—Actualmente los sistemas educativos en México intentan hacer adecuaciones, insertar reformas y establecer evaluaciones a las figuras educativas. Sin embargo, es necesario conocer el alcance y estado actual de los mismos con respecto al conocimiento empírico que tienen sobre el diseño curricular. Esta investigación incluye algunos de los elementos del diseño curricular que se constituyen en seis variables complejas: Participación de la figura educativa en los procesos educativos; Corrientes de teorías del aprendizaje; Consideración acerca de los contenidos programáticos; Habilidades cognitivas que desarrolla el estudiante; La finalidad de la educación escolarizada y Las características de la figura educativa, en cuanto a lo que lo representa y los procesos didáctico-matéticos que utiliza.

Palabras clave—conocimiento empírico, diseño curricular.

Introducción

El presente estudio integra a través de un estudio cuantitativo de análisis univariable, el conocimiento empírico de las figuras educativas con respecto a algunos elementos del Diseño Curricular de los niveles educativos donde labora.

Se aprecia que esta investigación los resultados integran los preceptos establecidos para la educación actual en México, tal es el caso del Constructivismo como tendencia de corriente teórica que direcciona el quehacer áulico, o el hecho de considerar a los Contenidos programáticos como potencializadores en la adquisición de aprendizajes y con fines pragmáticos. Sin embargo, aunque el panorama se presente alentador en ese sentido, sí es evidente que hay elementos sustanciales en las estructuras educativas que hacen parte de la organización institucional y de la educación centralizada que las figuras educativas desconocen y por lo tanto, no tienen la participación en dichos ámbitos de la forma que se esperaría.

Descripción del Método

La investigación realizada es cuantitativa, para lo cual se elaboró un instrumento ex profeso, mismo que se plantea en seis variables complejas: Participación de la figura educativa en los procesos educativos; Corrientes de teorías del aprendizaje; Consideración acerca de los contenidos programáticos; Habilidades cognitivas que desarrolla el estudiante; La finalidad de la educación escolarizada y Las características de la figura educativa, en cuanto a lo que lo representa y los procesos didáctico-matéticos que utiliza. Dichas variables se componen de 75 variables simples, de medición decimal de razón. Para esta investigación sólo se hacen uso de las primeras cinco variables complejas, por representar el conocimiento *per se* del diseño curricular y se deja para un posterior estudio la variable compleja seis.

Para conocer la información del respondiente se consideraron seis datos: edad, sexo, nombre de la institución donde labora, cargo que desempeña, años de antigüedad y último grado de estudios. El tipo de medición de estas variables es nominal, exceptuando la edad que es de intervalo.

Se utilizó el análisis de Cronbach para garantizar la validez y confiabilidad del protocolo de investigación, obteniéndose un alfa estandarizado de .88, con lo cual no existe redundancia entre las variables y se presume confiable y válido para las aportaciones que a continuación se enuncian.

Para conocer el estado de intervención y conocimiento que tienen las figuras educativas sobre algunos elementos del *Diseño Curricular* se realizó un Análisis Univariable de las variables complejas antes descritas. Utilizando los descriptivos de tendencia central: media, moda y mediana. Y estadígrafos de dispersión como: Desviación estándar, kurtosis, coeficiente de variación y puntaje Z.

¹Dra. Jaquelina Lizet Hernández Cueto es Catedrático-Investigador de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Coahuila, México jaquelina@hotmail.com

²Dra. María del Consuelo Salinas Aguirre es Catedrático-Investigador de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Coahuila, México consuelo.salinas@hotmail.com

³Dr. Eduardo Ruiz Pérez es Director de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Coahuila, México eduardoruizperez11@hotmail.com

⁴Lic. David Eduardo Corral Garibaldi es estudiante de la Maestría en Ciencias de la Educación en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Coahuila, México davidcorral@uadec.edu.mx

Comentarios Finales

Resumen de resultados

El análisis de frecuencia y porcentaje fue utilizado para tipificar la muestra extractada, misma que se compone de 86 personas, la característica que debían guardar era ser figuras educativas en activo y la cantidad se determinó con la disposición de sujetos. De los cuales el 53.48% (n= 46) son hombres, mientras que el 46.51% (n= 40) son mujeres.

Con respecto al nivel académico con que cuentan, el 48.83% (n= 42) tienen maestría; el 27.90% (n= 24) doctorado; el 16.27 (n= 4) sólo han hecho licenciatura; y dos respondientes son pasantes de doctorado (2.32%).

A continuación se presentan los resultados del análisis univariable de las variables complejas del instrumento, con lo cual se da cuenta del estado actual de la participación, acción y conocimiento de la figura educativa en cuanto al diseño curricular de su nivel educativo.

En la tabla 1, se observa que las figuras educativas participan de forma activa en la *planeación diaria de actividades para su clase*, en *cursos de actualización*, en la *elaboración de reactivos para exámenes de conocimiento en su nivel académico*, *modificación del programa de su asignatura*, *evaluación interna de los procesos educativos*, *diseño de planes o programas del nivel donde labora* y realiza *diplomados*. Con regularidad *evalúan de forma interna los contenidos programáticos*. Sin embargo, no son tan entusiastas en cuanto a intervenir en la *evaluación interna a docentes*, *evaluaciones externas de los procesos educativos*, *de los contenidos programáticos* y *de docentes*. De lo que se infiere que atienden a las actividades más cotidianas del quehacer docente, pero no intervienen en la conformación de los aspectos estructurales del diseño curricular.

Tabla 1. Análisis univariable de *Participación docente*

	n	X	Md	Mo	S	Sk	K	CV	Z
Plane	86	8.35	9	10	2.44	-2.08	4.36	29.27	3.42
Actua	86	7.35	8	8	2.89	-1.44	1.38	39.37	2.54
React	86	7.02	8	8	3.63	-1.23	-0.07	51.64	1.94
MPP	86	6.98	8	10	3.51	-1.06	-0.33	50.38	1.99
EIPE	86	6.28	7	10	3.47	-0.82	-0.57	55.20	1.81
DPP	86	6.12	8	8	3.61	-0.70	-1.00	58.95	1.70
Diplo	86	6.02	7	10	3.68	-0.56	-1.15	61.07	1.64
EICP	86	5.67	7	0	3.53	-0.46	-1.18	62.20	1.61
EID	86	4.35	5	0	4.02	0.05	-1.71	92.37	1.08
EEPE	84	3.52	4	0	3.51	0.32	-1.45	99.72	1.00
EECP	86	3.49	4	0	3.45	0.25	-1.51	98.79	1.01
EED	86	3.23	2	0	3.50	0.43	-1.36	108.17	0.92
Xx= 5.7 Ss= 0.4 LS= 6.1 LI= 5									

En la tabla 2, se presenta la convergencia de la figura educativa con algunas corrientes de Teorías del aprendizaje, y se observa que se inclinan fuertemente al *Constructivismo*, *Cognoscitivismo*, *Pragmatismo*, *Gestalt* y *Conceptualismo*. De forma regular se presenta tendencia al perfil *Conductista* y *Tecnócrata*. Finalmente el *tradicionalismo* es la perspectiva menos acogida en los procesos áulicos por los maestros. De esto se infiere que los constructos coloquiales y de cierta forma oficiales en las tendencias de aprendizaje, por lo menos en el discurso están presentes. Ya que desde 1999 en las escuelas normales la literatura y prácticas educativas están encaminadas a la diseminación del Constructivismo como precepto de cambio y transformación a la nueva educación. Además que las reformas educativas como la del 2011 en secundarias establece el Pragmatismo como fundamento para la impartición de contenidos y elaboración de productos. Haría falta una evaluación de los mismos procesos áulicos para verificar si efectivamente dichas tendencias están presentes y bien asidas tal y como es el manifiesto de las encuestas que se aplicaron y de donde son obtenidos los datos anteriormente exhibidos.

Tabla 2. Análisis univariable de *Teorías del aprendizaje*

	n	X	Md	Mo	S	Sk	K	CV	Z
Constr	86	8.21	9	10	2.33	-1.97	3.54	28.41	3.86
Cogn	86	7.67	8	10	2.21	-1.18	1.79	28.79	3.62
Prag	86	7.44	8	7	2.13	-1.27	2.41	28.61	3.76
Gest	86	7.21	7	7	1.86	-0.43	-0.53	25.81	3.76
Concep	86	6.40	7	7	2.43	-0.41	-0.03	37.94	2.88
Conduc	86	5.77	6	6	2.71	-0.66	-0.22	46.95	2.22
Tecno	86	5.74	6	8	2.60	-1.01	-0.06	45.33	2.30
Tradic	86	4.05	4	0	3.12	0.14	-1.15	77.12	1.28
$X_x=5.56$ $S_x=0.4$ $LS=5.96$ $LI=5.16$									

En la tabla 3, correspondiente a la consideración que tienen los docentes con respecto a los *contenidos programáticos*, se observa que para ellos son *pertinentes, asequibles y potencializadores del aprendizaje*. De forma común son visualizados como *pragmáticos, suficientes y modernos*. Y de forma poco frecuente se tipifican como *excesivos o inamovibles*. De esto se infiere que al igual que en la premisa anterior, la tendencia actual de las reformas sobre todo aquellas que se plantean colocar al estudiante en el centro del acto educativo, están siendo asimiladas por los maestros, ya que los contenidos programáticos tal como se exhibe, se están considerando como pretextos para potencializar habilidades y no como el insumo único de la escolarización.

Tabla 3. Análisis Univariado de *Contenidos programáticos*

	n	X	Md	Mo	S	Sk	K	CV	Z
Pertin	84	8.19	8	8	1.44	-0.59	-0.30	17.62	5.67
Aseq	86	7.74	8	7	1.61	-0.68	0.40	20.79	4.81
Aprend	86	7.70	8	8	1.59	-1.29	1.70	20.62	4.85
Pragm	86	7.47	8	8	1.78	-1.71	5.74	23.85	4.19
Sufic	86	7.19	7	7	2.09	-0.57	-0.28	29.15	3.43
Moder	86	6.93	8	8	2.32	-1.20	0.79	33.48	2.99
Exces	86	5.21	6	7	2.92	-0.63	-0.74	56.11	1.78
Inamov	84	4.52	6	0	3.39	-0.17	-1.38	74.90	1.34
$X_x=6.87$ $S_s=0.7$ $LS=7.57$ $LI=6.17$									

En la tabla 4, se muestran las habilidades que los maestros consideran que adquieren sus estudiantes con la educación escolarizada del nivel donde laboran. Siendo las más significativas las relacionadas con *poner en práctica e incrementar el conocimiento, utilizar experiencias y comprender*. De forma regular consideran que los estudiantes adquieren habilidades para *actuar de forma eficiente, realizar inferencias, resolver problemas, pensar con autonomía, modificar conductas y darse cuenta de cómo piensan*. Todas las anteriores muy relacionadas con procesos metacognitivos. Sin embargo, también tipifican que de forma poco común se adquieren habilidades para *tomar decisiones, incrementar su grado de conciencia, corregir errores y memorizar*. Habilidades de las cuales, sólo la memorización podría tipificarse de forma peyorativa, las otras también hacen parte de la metacognición y por tal es un descuido no incentivarlas en las aulas.

Tabla 4. Análisis univariable de *habilidades adquiridas por los estudiantes*.

	n	X	Md	Mo	S	Sk	K	CV	Z
Pract	86	7.79	8	10	1.72	-0.52	-0.80	22.02	4.54
Increm	86	7.74	8	10	1.67	-0.58	-0.73	21.53	4.64
Exper	86	7.72	8	10	1.96	-1.62	4.12	25.34	3.95
Compr	86	7.70	8	10	1.82	-0.90	0.68	23.67	4.23
Efic	86	7.56	8	7	1.81	-0.39	-0.64	23.89	4.19
Inferen	86	7.56	8	10	1.83	-0.45	-0.59	24.24	4.13
Probl	86	7.53	8	8	1.94	-0.32	-1.28	25.81	3.87
Auton	86	7.42	8	10	2.19	-1.07	1.31	29.57	3.38
Conduc	86	7.16	8	10	1.96	-0.35	-1.04	27.41	3.65
Piens	86	7.05	7	10	2.05	-0.69	0.03	29.04	3.44
Decis	86	7.02	7	5	2.20	-0.47	-0.55	31.27	3.20
Concie	86	6.98	7	8	2.31	-0.59	-0.48	33.12	3.02
Error	86	6.86	8	8	1.96	-0.59	0.15	28.56	3.50
Memor	86	6.44	7	10	2.69	-0.20	-1.12	41.69	2.40
$\bar{X}_x= 7.32$ $S_s= 0.3$ $LS= 7.62$ $LI= 7.02$									

En la tabla 5 se exhiben los criterios que indican la tendencia de las figuras educativas con respecto a la finalidad de la educación. Observándose que consideran que mayormente la adquisición de *conocimientos* es lo más importante en los procesos educativos, seguido del desarrollo de *competencias y habilidades*. Finalmente se presenta como impulso del desarrollo en las escuelas la adquisición de la *ética*. De lo anterior se infiere que en los sectores formativos, los maestros siguen un poco anclados a lo que tradicionalmente ha sido la justificación del acto educativo, es decir al incremento de conocimientos, teniendo entonces a esta característica como perteneciente a la inteligencia o al desarrollo del estudiante destacado. Actualmente se puede observar que es mucho más importante que el estudiante logre no solamente asimilar conocimiento, sino utilizarlo y dar evidencia de los aprendizajes a partir de su desempeño. Esta vertiente de algún modo está prevista en las competencias, que son el tópico manejado actualmente en los planes y programas de la Secretaría de Educación Pública para los niveles medio y medio superior. Es importante destacar de esta lectura estadística, que la ética siendo uno de los preceptos morales que ayudan a la convivencia y por tal a los pilares de la educación en la formación de un ser integral y holístico, no está siendo considerada como finalidad para dicho proceso.

Tabla 5. Análisis univariable de la *finalidad de la educación*.

	n	X	Md	Mo	S	Sk	K	CV	Z
Conoci	86	8.28	8	8	1.19	-0.14	-0.90	14.43	6.93
Compe	86	8.21	9	9	1.90	-2.15	6.63	23.12	4.33
Habil	86	8.07	8	8	1.90	-1.97	6.07	23.50	4.26
Ética	86	7.30	8	9	2.53	-1.38	1.59	34.71	2.88
$\bar{X}_x= 7.97$ $X_x= 0.5$ $LS= 8.47$ $LI= 7.47$									

Conclusiones

Es importante resaltar el hecho de que dentro de los resultados extractados los maestros tienen participación únicamente en lo que se considera es indispensable para desarrollo cotidiano de las clases, no así en los aspectos de conformación institucional; es decir que sus conocimientos con respecto al *Diseño Curricular*, se ve muy limitado en cuanto a la organización de la estructura educativa. Y hay que recordar que el trabajo escolar es holístico, no solamente para el incremento de conocimiento, sino para la formación de un ser humano capaz de insertarse en su entorno de una forma eficiente tanto en el campo laboral como social. Por tanto el Diseño Curricular incluye no solamente los aspectos de planeación intra aula.

Con respecto a la inclinación de los maestros y su convergencia con corrientes y *Teorías del aprendizaje*, puede concluirse que las mismas se distinguen por ser las que el constructo vigente tiene como preceptos de eficiencia, son las más promovidas por el Plan sectorial de educación de éste y del anterior sexenio, en la pretensión de que todos los esfuerzos del acto educativo se centren en los estudiantes. Es por tal que el *Constructivismo* y otra vertiente más nueva el *Cognoscitivismo* se puntúan como las dos corrientes que más identificadas por la muestra que respondió el instrumento.

Se ratifica lo anterior al observar que para los maestros hoy en día los *Contenidos Programáticos* se han convertido en criterios para el aprendizaje y no su adquisición e incremento el fin último de la educación. Asimismo, las habilidades más evidentes son las relacionadas con la praxis de los conocimientos y la consideración de la experiencia de los sujetos aprendices.

La finalidad de la educación se caracteriza por la adquisición de conocimientos, competencias y habilidades; la parte ética no es significativa para los docentes.

Se concluye que el conocimiento empírico de la figura educativa con respecto al diseño curricular está centrado en los conceptos actuales de la educación moderna y que se caracteriza por estar impregnado de tendencias multicitadas en el Plan Sectorial de Educación del pasado y presente sexenio, así como en planes y programas de la Secretaría de Educación Pública y de las Escuelas Normales y no de lleno en los aspectos estructurales de las instituciones.

Recomendaciones

Es importante que se haga un estudio para conocer si efectivamente los maestros en activo y frente a grupo saben los preceptos que subyacen a la teoría de los procesos de las corrientes de aprendizaje, o si sólo los remiten sin conocimiento de causa, porque de alguna manera el discurso actual los incluye.

Referencias

- Arnaz, J. (2010). La planeación curricular. México: Trillas.
Barriga, A. D. (2009). Ensayos sobre la problemática curricular. México: Trillas.
Delors, J. (1997). La educación encierra un tesoro. México: Dower.
García, J. G. (2012). Evaluación de las políticas hacia la educación superior en México. Ilusiones y desencantos (1999-2010). México: D.D.S.
Ratto, M. C. (1997). Teoría y diseño curricular. México: Trillas.
Román, M. (1999). Aprendizaje y currículum. Didáctica socio-cognitiva aplicada. Madrid: EOS.
Stenhouse, L. (2007). La investigación como base de la enseñanza. Madrid: Morata.
Torres, J. (2005). El currículum oculto. Madrid: Morata.
Zabalza, M. (2007). Diseño y desarrollo curricular. Madrid: Narcea.

Notas Biográficas

La doctora **Jaquelina Lizet Hernández Cueto**, es Profesor de Tiempo Completo-Investigador de la Facultad de Ciencia, Educación y Humanidades desde el 2008, en donde participa como integrante del Cuerpo Académico "Desarrollo Humano". Licenciatura en la Escuela Normal Superior del Estado en la especialidad de Español. Maestría y Doctorado en Ciencias de la Educación en la Facultad de Ciencia, Educación y Humanidades, de la UAdeC. Especialista en Herramientas Básicas para la Investigación Educativa. Perfil deseable PRODEP. Investigador invitado en la Universidad de Salamanca, España. Miembro de la Sociedad Cubana de Investigaciones Filosóficas. Especialista en el diseño curricular de programas de Maestría y Doctorado. Participante en diversos congresos nacionales e internacionales de investigación. Asesor de tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Instructor de cursos especializados en educación y Estadística.

La doctora **María del Consuelo Salinas Aguirre** nuevo PTC de (PRODEP). Es catedrático de profesional/posgrado e investigador de tiempo completo de la Facultad de Ciencia, Educación y Humanidades, con licenciatura en psicología por la Universidad Autónoma de Coahuila y licenciatura en educación media superior con especialidad en ciencias naturales por la Normal Superior del Estado de Coahuila. Cuenta con una maestría en Administración con acentuación en Recursos Humanos por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, además obtuvo un Doctorado en Ciencias de la Educación por la Universidad Autónoma de Coahuila. Es Psicoterapeuta clínico certificada en Neurofeedback por la Asociación Europea de Biofeedback y Neurofeedback, y con una especialidad en psicoterapia cognitiva conductual por Instituto Albert Ellis Nueva York USA. Miembro activa de la sociedad cubana de investigación filosófica (SCIF) de la Universidad de la Habana Cuba del 2013. Con participación activa en congresos locales, nacionales e internacionales y múltiples publicaciones en revistas indexadas.

Eduardo Ruiz Pérez Doctor en Educación por la Universidad Autónoma de Coahuila, con una experiencia de 14 años en el ámbito universitario, ha desempeñado diversas comisiones académicas y directivas, es responsable de la línea de Investigación "Procesos de Enseñanza, Aprendizaje en el Sistema Educativo", del Cuerpo Académico "Desarrollo Humano", es docente en la Facultad de Ciencia, Educación y Humanidades, posee perfil PRODEP e imparte cátedra en el Doctorado en Ciencias de la Educación de esta misma institución, es autor y colaborador de libros y capítulos de libro en temas como la evaluación institucional, la inteligencia cuantitativa, la violencia en el ser humano, el éxito y la salud, también cuenta en su haber con diversos artículos en materia de educación no presencial y evaluación docente, fue reconocido con la medalla "Juan Antonio de la Fuente" que otorga la UAdeC al mejor promedio de la 8ª generación del doctorado que curso y es reconocido como Ciudadano Honorario de la Ciudad de Pensacola, Florida, por su contribución académica a la Asociación Nacional de Estudios Hispánicos y Latinos (NAHLS).

El **Lic. David Eduardo Corral Garibaldi** es profesor de nivel de secundaria en el área de Español y es estudiante de la Maestría de Ciencias de la Educación de la Facultad de Ciencia, Educación y Humanidades de la UAdeC.

APÉNDICE
Cuestionario utilizado en la investigación

“Conocimiento empírico de la figura educativa sobre el diseño curricular”. @JLHC.2013

Para dar respuesta al propósito de este estudio, se solicita su valiosa colaboración, aportando su experiencia dentro su campo laboral, para el conocimiento y reflexión sobre tu propio ambiente áulico.

Edad: _____ Sexo: _____
Nombre de la escuela donde labora: _____
Cargo que desempeña: _____
Asignatura que imparte: _____
Años de antigüedad: _____
Último grado de estudios: _____

Este estudio se plantea garantizando la más completa confidencialidad del encuestado.

1. En una escala de 0 a 10, indique en qué medida participa en:

Diseño de planes o programas del nivel donde labora		Evaluación interna de los procesos educativos	
Modificación del programa de su asignatura		Evaluación interna a docentes	
Planeación diaria de actividades para su clase		Evaluación interna de los contenidos programáticos	
Cursos de actualización		Evaluación externa de los procesos educativos	
Diplomados		Evaluación externa a docentes	
Elaboración de reactivos para exámenes de conocimiento en su nivel académico		Evaluación externa de los contenidos programáticos	

2. En una escala de 0 a 10, en qué medida está de acuerdo con la educación de tipo:

Cognoscitiva		Conductista	
Gestalista		Constructivista	
Pragmática		Tecnócrata	
Conceptualista		Tradicionalista	

3. En una escala de 0 a 10, en qué medida considera que los contenidos programáticos son:

Suficientes		Pertinentes	
Modernos		Pragmáticos	
Asequibles		Potenciadores del aprendizaje	
Excesivos		Inamovibles	

4. En una escala de 0 a 10, indique en qué medida considera que la educación escolarizada del nivel en que labora permiten que el alumno adquiera habilidades para:

Memorizar		Darse cuenta de cómo piensa	
Comprender		Pensar con autonomía	
Incrementar conocimiento		Resolver problemas	
Utilizar experiencias		Incrementar su grado de conciencia	
Modificar conductas		Corregir errores	
Realizar inferencias		Tomar decisiones	
Poner en práctica el conocimiento		Actuar de forma más eficiente	

5. En una escala de 0 a 10 indique en qué medida considera que la educación escolarizada del nivel donde labora tiene la finalidad de desarrollar:

Habilidades		Competencias	
Conocimientos		Ética	

Sintonización de un control PI de temperatura para invernaderos con algoritmos genéticos

M. en M. Marco Antonio Hernández-De-Ita¹, M. T. I. Elizabeth Cortés Palma², Dr. Norberto Hernández Romero³, M. en M. Arturo Tadeo Calderón⁴

Este trabajo se basa en sistemas de primer orden con retardo natural para el control de temperatura de invernaderos agrícolas para la temporada invernal. En un invernadero experimental se aplicó una entrada de calor, observándose una respuesta típica de un primer orden con retardo en el tiempo. Se probaron los parámetros del control de temperatura dentro del invernadero, aplicado una entrada escalón para la sintonización, se aplicó una ley de control proporcional e integral (PI) con lazo cerrado con retroalimentación negativa, utilizando el método de D- Particiones y algoritmos genéticos. Los resultados obtenidos se optimizaron y compararon con algoritmos genéticos (AG) para la sintonización de este sistema clásico. En este trabajo prácticamente se optimiza con algoritmos genéticos la selección de ganancias apropiadas para un sistema dinámico de un microclima de un invernadero.

Palabras claves: Control de temperatura, Algoritmos genéticos, método de D-Particiones, Control proporcional e integral, leyes de control.

Introducción

El diseño de leyes de control, la supervisión automática, la detección de fallas y gestión de la información en los procesos de producción son importantes y necesarias hoy en día para la mejora y optimización de los procesos. Para llevar a cabo estas acciones es necesario el uso de técnicas de modelado e identificación paramétrica, como es el caso del control de temperatura en invernaderos.

Un algoritmo genético (AG) es un algoritmo estocástico basado en los principios de la selección natural y la genética. Los algoritmos genéticos son un método de investigación que busca la imitación del proceso de evolución natural. El uso de algoritmos genéticos para la realización de sintonización de un controlador. El objetivo de este trabajo es mostrar y comparar el empleo del método de AG para sintonización de un control de temperatura para invernaderos, con otro método clásico sintonizado, comparando los resultados optimizados contra un sistema clásico.

La interacción de las variables climáticas externas e internas y las del control del bioclima, hacen que se tenga un sistema multivariable, no lineal y no estacionario del invernadero.

El problema de control de un invernadero es el ambiente, es crear un entorno favorable para el cultivo, con el fin de alcanzar resultados predeterminados para un buen rendimiento, alta calidad y un bajo costo. Es un problema de control muy difícil de implementar en la práctica debido a la complejidad del entorno de un invernadero. Por ejemplo, son sistemas altamente no lineales, Múltiples-salidas y Múltiples-entradas (MIMO), donde se presentan comportamientos dinámicos y con perturbaciones, en gran parte por el clima exterior (velocidad del viento, la temperatura exterior y la humedad, etc.) y también por muchas otras limitaciones prácticas (actuadores, ciclo de humectación, etc.).[10]

El estudio de leyes de control multivariable bioclimático para invernaderos es un problema complejo, no lineal y no estacionario, el microclima del invernadero está sometido a perturbaciones externas no lineales. Así que, para reducir el problema del diseño de una ley de control, se propone una ley de control una entrada una salida del tipo PI, que se sintoniza mediante un método clásico y algoritmo genéticos (AG's) para el invernadero en estudio. Sin embargo, durante las condiciones de operación del invernadero en la temporada invernal, específicamente en los días de heladas no se requiere la manipulación de las cortinas de ventilación, del sistema de sombreado y sistema de bruma. El control de la temperatura en la dinámica de operación durante el frío, requiere de la regulación del sistema de calefacción, con la condición de que el sistema de ventilación del invernadero se encuentre cerrado, para evitar pérdidas caloríficas.

¹ El Mtro. Marco Antonio Hernández De Ita, es Profesor investigador de tiempo completo adscrito al Área de Ingenierías, en la Universidad Politécnica de Tulancingo, Hidalgo, México. marco.hernandez@upt.edu.mx (**autor correspondiente**)

² La Mtra. Elizabeth Cortés Palma, es Profesor investigador de tiempo completo adscrito al Área de Ingenierías, en la Universidad Politécnica de Tulancingo, Hidalgo, México. elizabeth.cortes@upt.edu.mx

³ El Dr. Norberto Hernández Romero, es profesor investigador en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y catedrático del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Industrial. nhromero@uaeh.edu.mx

⁴ El Mtro. Arturo Tadeo Calderón Salazar, es Profesor investigador de tiempo completo adscrito al Área de Ingenierías, en la Universidad Politécnica de Tulancingo, Hidalgo, México. tadeo.calderon@upt.edu.mx

Los invernaderos convencionales de México no cuentan con sistema de sombreado y sistema de bruma. Así que, técnicamente se justifica un controlador con una entrada una salida como es el caso de un PI. Los propietarios de invernaderos tienen pérdidas económicas cuando se presenta un evento de helada que estresa a la producción, debido a que no cuentan con un sistema calefacción con una regulación de temperatura. Por lo tanto, hay que encontrar un equilibrio entre la mejora de la cantidad y calidad de los productos y el costo de la obtención de las condiciones climáticas adecuadas por el uso de estrategias de un control automático. Donde es importante que determinar el factor de rentabilidad de la producción de cultivos, con el costo de explotación.

En el presente trabajo, se demuestra mediante simulaciones, con las mediciones reales de un invernadero experimental, que es factible diseñar leyes de control del tipo clásico y algoritmos genéticos (AG) al problema de la regulación de temperatura.

Identificación paramétrica de un modelo de primer orden con retardo para temperatura

El propósito en esta sección es mostrar la identificación paramétrica del modelo de primer orden con retardo en el transporte para la temperatura del invernadero experimental con que el que se trabaja.

Con un sistema de calefacción en lazo abierto, se realizaron diferentes manipulaciones, se midió la temperatura interna (Ti), cuando se aplicaron escalones de energía calorífica, se pudo observar la típica respuesta de un sistema de primer orden con retardo en el transporte.

Los datos medidos y recolectados se muestran en la Figura 1, la cual fue obtenida del invernadero experimental, donde las muestras son tomadas cada dos minutos, desde las 00:00, hasta las 05:00h (150 muestras), del día 21 de octubre de 2010.

Como se observa en la Figura 1, la respuesta (Ti) del sistema en lazo abierto ha sido una trayectoria cuasi-paralela entre el disturbio (Te). Cuando se le aplico el escalón de energía Ti tuvo un retardo debido al transporte del flujo calorífico. Es claro que la respuesta del sistema sometida a una perturbación externa puede cambiar la dinámica del sistema. Sin embargo en este caso de estudio, se propone una ley de control PI basada en un modelo de primer orden con retardo puro, que sintonice con un modelo multivariable difuso y que involucre las perturbaciones externas.

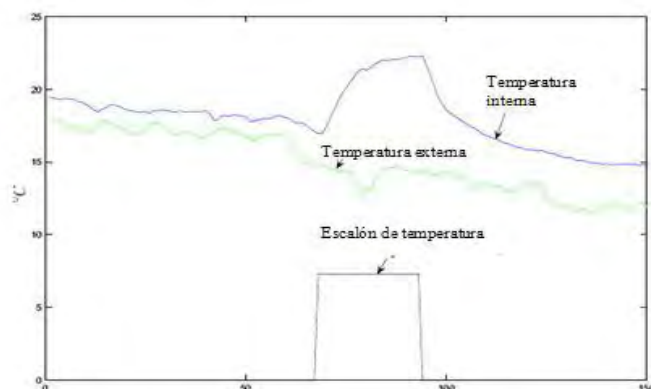


Figura 1. Muestras. Respuesta del sistema ante un escalón de energía calorífica.

Con el método de Ziegler-Nichols [2] y las mediciones del invernadero experimental mostradas en la Figura 1, se realiza la identificación paramétrica de la siguiente función de transferencia:

$$\frac{y(s)}{u(s)} = \frac{Ke^{-sh}}{\tau s + 1} \quad (1)$$

Donde $u(s)$ la excitación, que es la variable manipulada (cal), $y(s)$ es la respuesta y es la temperatura interna (Ti); $K=5.13$ es la ganancia del sistema obtenida en las pruebas del invernadero, $h=8$ min es el tiempo de retardo en el transporte, $T=20$ min es la constante del sistema, se aprecia que las constantes de tiempo son grandes, una forma de disminuir estos tiempos es aumentar la energía de la variable manipulada.

De esta forma se determinan los parámetros que corresponden al modelo de primer orden con retardo en el transporte para el invernadero experimental en estudio.

Determinación de las ganancias PI con el método D-particiones.

Una forma de realizar el análisis para sistemas de primer orden, segundo orden y de orden superior es con el dominio de la frecuencia, ya que su análisis es sencillo y se reduce a una metodología algebraica con números complejos, como se muestra en este trabajo. En la Figura 2, se ilustra el diagrama de bloques en lazo cerrado que representa al sistema que permite sintetizar una ley de control PI de temperatura del invernadero.

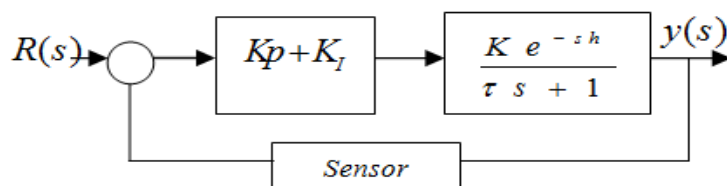


Figura. 2. Diagrama bloques para un sistema de primer orden con controlador PI.

La función de transferencia se obtiene aplicando la regla de Mason, para un control proporcional como un primer paso:

$$\frac{y(s)}{u(s)} = \frac{KpKe^{-sh}}{1 + KpKe^{-sh}}$$

Se obtiene la ecuación característica en lazo cerrado es:

$$\tau s + 1 + KpKe^{-sh} = 0 \quad (2)$$

De acuerdo con [3], el método *D-particiones* sugiere realizar los siguientes pasos:

1). Determinar Kp con dos diferentes casos:

a) límite o frontera de la hipersuperficie está dada cuando $s=0$, (1) se reduce a lo siguiente:

$$1 + KpK = 0 \quad (3)$$

Donde se despeja a Kp

$$Kp = \frac{-1}{K}, \forall K \neq 0 \quad (4)$$

b) la segunda frontera se determina haciendo $s = j\omega$

$$j\tau\omega + 1 + KpK(\cos \omega h - j \sin \omega h) = 0$$

Separando la parte real de la imaginaria se obtiene lo siguiente:

$$1 + KpK \cos(\omega h) = 0 \quad (5)$$

$$\tau\omega - KpK \sin(\omega h) = 0 \quad (6)$$

Organizando (5) y (6) se tiene:

$$1 = -KpK \cos(\omega h)$$

$$\tau\omega = KpK \sin(\omega h)$$

Al elevar al cuadrado las dos ecuaciones anteriores y al sumarlas se obtiene:

$$1 + \tau^2 \omega^2 = Kp^2 K^2 (\cos^2 \omega h + \sin^2 \omega h)$$

Después de realizar algunas operaciones básicas se obtiene el límite superior para Kp .

$$\overline{Kp} = \frac{\sqrt{1 + \tau^2 \omega^2}}{K^2} \quad (7)$$

Para valores nominales del sistema (1) se obtiene: $Kp \in [-0.1949, 0.8909]$ de (7) ω es un parámetro desconocido que mediante simulación numérica se resuelve, variando ω en un lazo de computo; por lo tanto el intervalo cerrado para la ganancia $Kp \in [Kp, \overline{Kp}]$.

2). Ahora, como segundo paso es necesario encontrar el intervalo de Ki tomando en cuenta el intervalo de Kp determinado en el paso anterior. Recordando que la ecuación característica en lazo cerrado para un controlador PI es:

$$\tau s^2 + (1 + KpKe^{-sh})s + KiKe^{-sh} = 0 \quad (8)$$

a) de la misma forma se determina la primer frontera cuando $s=0$

$$Ki = 0; \forall K \neq 0 \quad (9)$$

b) De la misma forma que en el paso 1, la segunda frontera está dada cuando $s = j\omega$.

$$-\tau\omega^2 + KiK \cos \omega h + KiKp\omega \sin \omega h = 0 \quad (10)$$

$$-\omega + KiK \sin \omega h - KiKp\omega \cos \omega h = 0 \quad (11)$$

Mediante operaciones básicas se llega a obtener el intervalo superior para K_I

$$\bar{K}_I = \frac{\omega \sqrt{\omega^2 \tau^2 + 1 - Kp^2 K^2}}{K} \quad (12)$$

Finalmente obtenemos por simulación numérica el siguiente intervalo para K_I

$$K_I \in [0, 0.0562]$$

Debido a que hay muchos parámetros en una función no lineal, esto no es suficiente para encontrar los parámetros óptimos de una ganancia solamente por experiencias y depuración en una simulación [11]. Por lo tanto, se adopta el método de AG para utilizar la optimización global para obtener las ganancias de sintonización de un control PI.

Determinación de las ganancias PI con el método de Algoritmo genéticos.

Esta técnica se inspiró del mecanismo de la selección natural, de un proceso biológico donde un individuo más fuerte probablemente sea el ganador compitiendo en el medio ambiente. AG utiliza una analogía directa de una evolución natural para realizar la optimización global con el fin de resolver problemas de alta complejidad. Se establece que la solución potencial al problema es un individuo y puede ser representado por un conjunto de parámetros. Estos parámetros son considerados como los genes de un cromosoma y se pueden estructurar por una cadena de valores concatenados [9].

Básicamente, el AG se compone de tres etapas principales: selección, cruce y mutación. La aplicación de estas tres operaciones básicas permite la creación de nuevos individuos, que pueden ser mejor que sus padres. Este algoritmo se repite para muchas generaciones y finalmente se detiene cuando obtiene a los individuos que representan la solución óptima del problema [8]. La arquitectura del AG se muestra en la Figura 3 y los parámetros considerados se muestra en la Tabla 1.

Propiedades de AG	Valor
Tamaño de la población	100
Generaciones	20
Porcentaje de cruce	0.20
Porcentaje de mutación	5
Puntos de cruce	2
Longitud del cromosoma	20

Tabla 1. Parámetros de algoritmos genéticos.

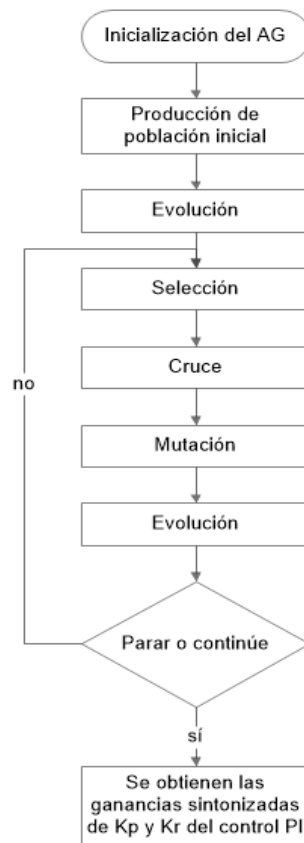


Figura 3. Arquitectura de algoritmo genético.

Simulación y resultados

El rendimiento de un control PI es bueno o malo dependiendo de los parámetros obtenidos de K_P y K_I , donde la selección de estos se basan en la experiencia y pruebas repetitivas. Por lo tanto es difícil lograr el efecto de control deseado. En este trabajo se adopta un algoritmo genético para la optimización de los parámetros de un control PI.

De acuerdo con el modelo del sistema descrito anteriormente y la idea básica de diseño de un controlador, se realizó un programa de optimización, hecho en MATLAB. Los resultados de la simulación por el AG para el controlador PI se muestran en la figura 4. Los resultados obtenidos de las simulaciones de $K_P=0.55$ y $K_I=0.0007$, estos valores se obtuvieron en la 20ava generación, donde podemos observar que caen dentro de los parámetros obtenidos por el método de D-Particiones. En la figura 4 podemos observar que el controlador lleva al sistema a su referencia deseada, con las ganancias obtenidas con el algoritmo genético.

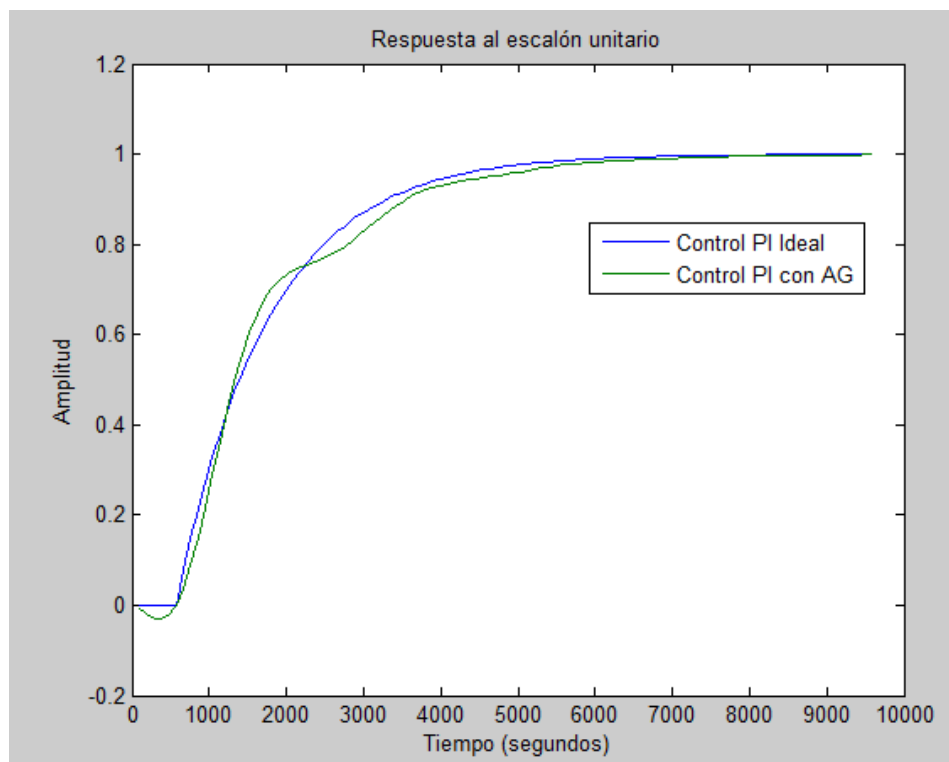


Figura 4. Respuesta escalón del controlador PI.

Conclusiones y discusiones

Se propone una ley de control clásica para un sistema complejo, como es el caso del bioclima de invernaderos, una ventaja de utilizar la teoría de control clásico es su amplia base científica y tecnológica que se ha establecido en un gran número de publicaciones. Por lo que, en este trabajo se muestra una aplicación de dos grandes áreas de estudio (control clásico y algoritmo genéticos), para la sintonización de los valores de K_P y K_I . El diseño de un control PI con GA se obtiene los parámetros mucho más rápido que los métodos clásicos. Evitando una sintonización en línea que consume energía calorífica y tiempo que son innecesarios cuando se tiene una representación en simulación de la variable de control que aproxima fielmente a la variable real como se muestra en los resultados de este trabajo.

Referencias

- [1] Sigrimis, N. and Anastasiou, A. and Rerras, N. "Energy saving in greenhouses using temperature integration: simulation survey". *Computer and electronics in agriculture*. vol. 26. pp. 321-341. 2000.
- [2] Ziegler J.G. and N.B. Nichols. "Optimum settings for automatic controllers". *Trans. ASME*. 64, pp. 759-768. 1942
- [3] Neimark, J.," *D-subdivisions and spaces of quasipolynomials*". *Prikl. Math. Mech*. Vol. 13 pp. 349-380. 1949.
- [4] Salgado, P. and Cunha, B. "Greenhouse climate hierarchical fuzzy modelling", *control engineering practice*, No. 13, No. 5, pp. 613-628. 2005
- [5] Zheng, F., Wang, Qu, Lee, T. "On design of multivariable PID controllers via LMI approach". *Automatica*, vol. 38, No. 3, pp. 517-526. 2002
- [6] Babuska, R. "Fuzzy Modeling for Control", Ed. Kluwer Academic Publishers Norwell. USA. 1998
- [7] Pisan Moonumca, Nattawoot Depaiwa, Yoshio Yamamoto. "Tuning PID Controller Using Genetic Algorithms for Electro-Hydraulic System with Tracking Force Control". *Advanced Materials Research Vols 931-932 (2014)* pp 1318-1322. 2014
- [8] Neenu Thomas, Dr. P. Poongodi, "Position Control of DC Motor Using Genetic Algorithm Based PID Controller". *Proceedings of the World Congress on Engineering 2009 Vol II WCE 2009, London, U.K.*
- [9] Dionisio S. Pereira, "Genetic Algorithm Based System Identification and PID Tuning for Optimum Adaptive Control". *International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics Monterey, 2005 California, USA.*
- [10] Haigen Hu, Lihong Xu, Ruihua Wei and Bingkun Zhu, "Multi-Objective Control Optimization for Greenhouse Environment Using Evolutionary Algorithms". 2011. *Sensors* ISSN 1424-8220
- [11] Yu Jiang, Hong-You Gao, Shao-Peng Yu, Xiu-Chun Luan. "Optimal Genetic Algorithm for the Nonlinear PID Controller", *Proceedings of the Sixth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, 2007. Hong Kong, IEEE.*

Notas Biográficas

El **Mtro. Marco Antonio Hernández de Ita** es estudiante de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Industrial en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, y labora como profesor investigador de la Universidad Politécnica de Tulancingo en la carrera de Ingeniería Industrial y Manufactura. Es Ingeniero Mecánico por el Instituto Tecnológico de Pachuca. Terminó sus estudios de posgrado en Mecatrónica en la Universidad Politécnica de Pachuca. Ha colaborado en proyectos de aplicación industrial. Se interesa por el desarrollo e implementación de sistemas mecatrónicos y de manufactura avanzada, y aplicaciones de algoritmos genéticos.

La **Mtra. Elizabeth Cortés Palma** es Candidata a doctor en Investigación Educativa por la Universidad de Puebla, Maestra en Tecnologías de Información, por la Universidad Interamericana para el Desarrollo, especialista en Ingeniería de Software y Licenciada en Computación por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, investigador en el área de Educación y Tecnología educativa, se desempeña como profesor de Tiempo completo del Área de Ingenierías de la Universidad Politécnica de Tulancingo, en la carrera de Ingeniería en Sistemas y en la Maestría en Desarrollo de Software.

El **Dr. Norberto Hernández Romero**, es profesor investigador del área académica de ingeniería del instituto de ciencias básica e ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Profesor-Investigador de Tiempo Completo Asociado "C", Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México (2001-2011). Impartiendo clases en la Licenciatura de Ingeniería Industrial, Licenciatura en Ingeniería Civil, Maestría en Ciencias en Ingeniería de Manufactura y Doctorado en Ciencias en Ingeniería Industrial. Áreas de Interés: Control Difuso, Control Digital, Redes Neuronales, Algoritmos Genéticos, Algoritmos Genéticos, Optimización a través de Poblaciones Cooperativas, Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia y Control de Máquinas Eléctricas.

El **M.S.M.A Arturo Tadeo Calderón Salazar** es profesor investigador de la U. Politécnica de Tulancingo. Terminó sus estudios de posgrado en Sistemas de Manufactura Avanzada en el Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro (CIATEQ) en 2013. Ha colaborado en diversos proyectos de aplicación industrial con diferentes empresas de Cd. Sahagún (Hidalgo), Querétaro y Cd. de México. Se interesa por el desarrollo e implementación de sistemas de manufactura virtual, sistemas de manufactura avanzada y sistemas mecatrónicos con aplicaciones industriales.

Construcción de polinomios de interpolación para procesos de sensado

Hernández Díaz Aldo¹, Flores Ramírez Oscar²,
Vargas García Pedro³ y Ramírez Castillo María Leticia⁴

Resumen—En la actualidad los sistemas que necesiten instrumentación deben ser más robustos en cuanto a los sistemas de sensado, diferentes procesos cuentan con mecanismos para monitorear las variables de operación inmersos en el mismo, para ello es importante contar con una técnica eficiente en la medición y transducción de señales físicas en el proceso. Es por ello que el siguiente trabajo propone la construcción de polinomios de interpolación mediante el uso de métodos numéricos, esta propuesta muestra la diferencia entre los polinomios de interpolación y las técnicas convencionales como la regresión lineal. En este trabajo se instrumenta un sensor de temperatura y pH en el cual se presenta también el muestreo de las señales para generar los polinomios y el grado de los mismos.

Palabras clave—pH, Temperatura, Sensado, interpolación y polinomios.

Introducción

El siguiente trabajo tiene por objeto sugerir el uso y construcción de polinomios de interpolación para tareas de sensado, ya que es ésta es importante en un sistema el cual dependa de señales que ejecuten su control para obtener los resultados esperados. Durante mucho tiempo el proceso de caracterización se ha hecho en base a regresiones lineales dando un margen de error mayor en comparación con el que ofrecen los polinomios de interpolación, lo cual veremos en secciones posteriores. Durante mucho tiempo la manera de caracterizar transductores o procesos simples se ha hecho de manera heurística, lo cual no permite una precisión confiable.

De las partes importantes de este trabajo podemos resaltar la toma de muestras, las cuales deben ser confiables, la construcción del polinomio a partir de las muestras tomadas, la construcción del mismo utilizando métodos numéricos, la programación del mismo en microcontrolador, la instrumentación electrónica y la puesta en marcha del sistema. Los polinomios de interpolación garantizan que al momento de hacer la medición todos los puntos medidos están dentro de la curva de la función construida

Descripción del Método

Sensado, muestreo y caracterización

Dentro de la industria, específicamente en el control de procesos es necesario el uso de transductores, los cuales son necesarios para convertir una señal física en una señal, el proceso consiste en varias etapas para su correcto funcionamiento. La instrumentación trata de técnicas, recursos y métodos utilizados para aumentar los mecanismos de percepción en sistemas y procesos. La instrumentación comprende dos campos principales: instrumentación de medida e instrumentación de control, el problema radica en el tratamiento de señales de entrada para realizar la medición, y en las señales de salida para el proceso de control (Chung C.A. 2004). En este trabajo nos concentraremos en la señal de entrada. Dentro del tratamiento de la señal se puede utilizar instrumentación analógica digital, para el tratamiento de la señal de sistemas físicos; por lo general las señales utilizadas son de naturaleza analógica ya que esa es la naturaleza de las señales físicas, y posterior a eso hay que digitalizarlas para su tratamiento, sea este de filtrado u otro. En la figura 1 se muestra el diagrama de bloques de la toma de muestra de la señal y su análisis posterior. En la figura 1 se muestra un diagrama a bloques de la toma de muestra física, el sensado de la misma y su tratamiento incluyendo la instrumentación electrónica (Creus S. A. 2006).

¹ Hernández Díaz Aldo Profesor de Tiempo completo de la Universidad Politécnica de Amozoc (UPAM) de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de manufactura. aldo.hernandez@upamozoc.edu.mx (autor correspondiente)

² Dr. Oscar Flores Ramírez Profesora de Tiempo Completo de la Carrera de Ingeniería en Energía UPAM oscar.flores@upamozoc.edu.mx

³ El Dr. Pedro Vargas García Director de Planeación de la Universidad Politécnica de Puebla pedro.vargas@upuebla.edu.mx

⁴ La Dra. María Leticia Ramírez Castillo Profesora de Tiempo Completo Universidad Politécnica de Puebla, sección de posgrado letyram@unam.mx

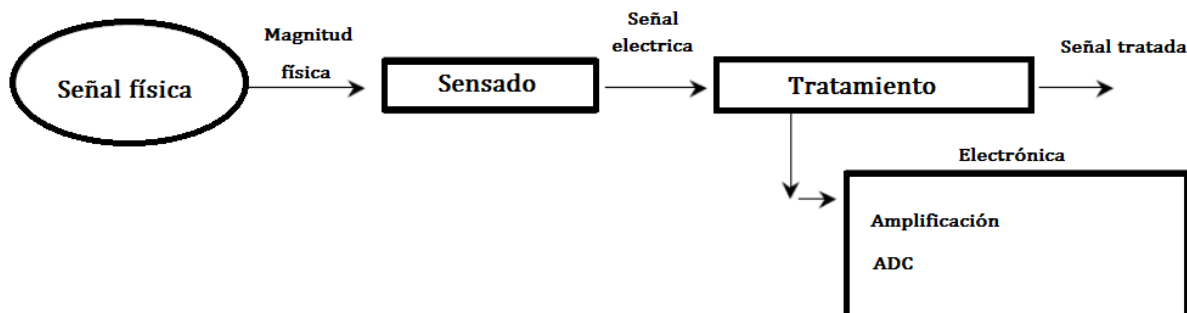


Figura 1. Diagrama de bloques de captación de la señal

Interpolación por medio de polinomios de Lagrange

Sabemos que el valor de una función $f(x)$ es una serie de puntos x_1, x_2, \dots, x_n pero no contamos con una expresión analítica con la cual podamos conocer puntos intermedios por ejemplo $f(x_i)$ que podría ser el resultado de alguna medición física o de algún cálculo numérico que no pueda ser expresado de manera simple, regularmente los valores de x_i se encuentra igualmente espaciados, aunque no necesariamente (Chapra 2012). Al problema de la elaboración de curvas suaves a través donde podamos encontrar el punto intermedio entre un puntos más retirado del otro se le conoce como interpolación. En la figura 2 se muestra como una función continua es fácilmente interpolable, y que existen más puntos dentro de la función continua que de la función en puntos discretos. La figura 2 muestra al polinomio de puntos y en función continua y la ecuación 1 genera el polinomio de interpolación en la cual son necesario sólo algunos puntos.



Figura 2. Polinomios de interpolación de manera gráfica.

$$P(x) = \frac{(x - x_2)(x - x_2) \dots (x - x_2)}{(x - x_2)(x - x_2) \dots (x - x_2)} \quad (1)$$

Sensado, muestreo y caracterización

Para el procesos de sensado se utilizó un electrodo de vidrio de la marca Conductronic, las lecturas de voltaje con sustancias buffer de pH (Anatyчук 1998) conocido son en el orden de milivolts, pero amplificados posteriormente a la salida del electrodo por un amplificador de instrumentación, la tabla 1 muestra los voltajes obtenidos y sus señales amplificadas en Volts.

pH Buffer	Voltaje con amplificación (V)
4	4.32
7	0
10	-3.5

Tabla 1. Relación pH-Voltaje

Con los datos obtenidos se pretende conocer que voltajes serán medidos con cualquier sustancia de pH desconocido, una buena aproximación a partir de la información obtenida mostrada en la tabla 1 es realizar una interpolación de Lagrange, y de este modo obtener un polinomio que represente la relación voltaje-pH. El polinomio que se obtuvo a partir de las tres sustancias base es el de la ecuación 2 (William *et al* 2007)

$$0.0191x^2 - 0.777x + 7 \quad (2)$$

Al obtener este polinomio se puede encontrar una curva característica que relaciona voltaje con medición de Ph, eso se muestra en la figura 3.

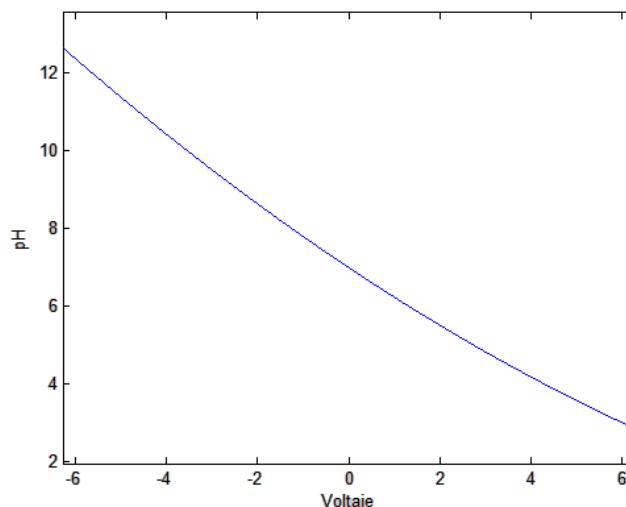


Figura 3. Relación temperatura-voltaje

Sensor de temperatura

La medición de temperatura arroja la tabla 2, la cual se muestra a continuación, y la gráfica que relaciona la temperatura con el voltaje obtenido se muestra en la figura 4. Y los circuitos de amplificación de la señal mediante el amplificador de instrumentación MAX6675 se muestran en la figura 5.

T (°C)	25	30	35	40	50	55	60
V (Mv)	0.13	0.36	0.6	0.87	1.32	1.58	1.85

Tabla2. Relación temperatura-voltaje

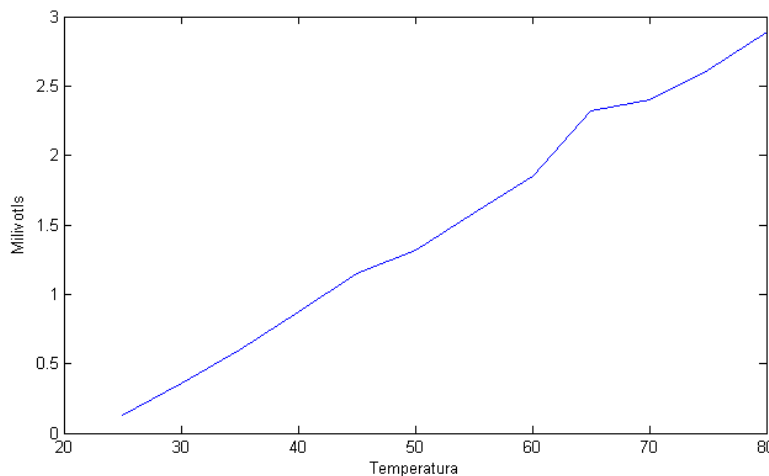


Figura 4. Relación temperatura-voltaje

medido del electrodo de vidrio es de 0 volts aproximadamente. La visualización en la interfaz hecha con labview y el microcontrolador Mbed se muestra en la figura 7.

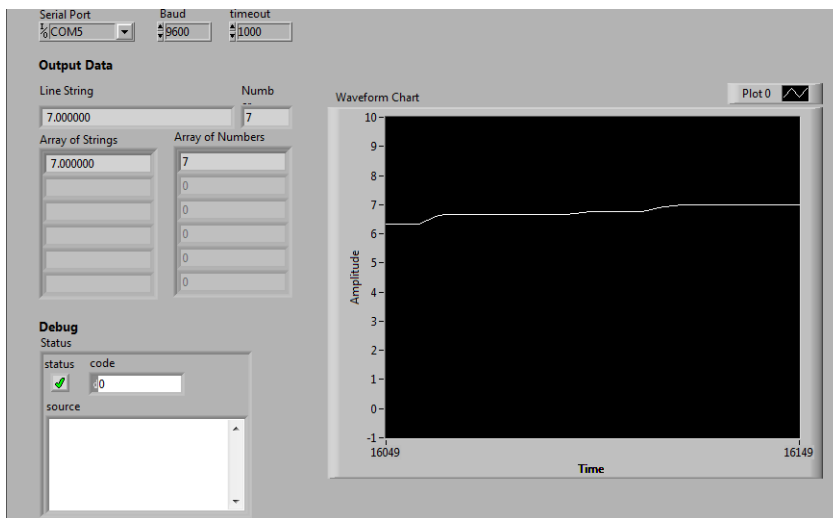


Figura 7. Interfaz con Labview.

Comentarios Finales

En este trabajo de investigación se estudió el uso de los polinomios de interpolación para procesos de sensado, como herramienta matemática alternativa para la caracterización de transductores, los resultados demuestran que es indispensable el uso de nuevas técnicas que de manera más precisa ofrecen mejores resultados de caracterización, como en este caso, ya que los resultados tienen un fundamento matemático y no empírico, lo cual hace más atractiva la forma de medición además de con mayor confiabilidad. En este caso el uso de un transductor de pH es utilizado en procesos químicos y bioquímicos, lo cual es nuevo en el uso de sensores, abriendo una gama novedosa de investigación.

Los investigadores están interesados en continuar con la investigación, ya que ven la necesidad de desarrollo en el área de sensores bioquímicos para el uso biotecnológico y químico.

Referencias

- Anatychuk L, (1998) Physics of Thermoelectricity. Institute of Thermoelectricity.
- Canavos, George C.(1998); *Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos*. McGraw-Hill. México
- Chapra Steven C. (2012) Third Edition. Applied Numerical Methods with Matlab for Engineers and Scientists. Mc Graw Hill.
- Chung C.A. (2004) Simulation Modeling Handbook, A Practical Approach. CRC Press LLC, Industrial and Manufacturing engineering series.
- Creus S. A. (2006) Instrumentación Industrial. Editorial Alfa Omega, Séptima Edición, México.
- MBED Página de microcontroladores de 32 bits. <http://mbed.org/cookbook/Homepage>. Consultado en Enero 2013
- William H. Press, Saul a. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery (2007) Numerical Recipies in C. The Art of Scientific Computing. Third Edition. Cambridge University Press

Propuesta de intervención para la mejora de la comunicación interna en una institución del Tecnológico Nacional de México

Héctor Arnulfo Hernández Enríquez

Isela Margarita Robles Arias

María Jesús Villegas Barba

Resumen: Esta propuesta de intervención se hace con la finalidad de mejorar los aspectos del procesos de comunicación utilizados en la alta dirección del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero; tanto en la emisión como en la recepción de la información, usando los canales idóneos con los que cuenta el plantel. Apoyándose en los procesos de comunicación efectiva y los postulados de la ontología del lenguaje.

Su importancia radica en proporcionar las herramientas adecuadas considerando los hallazgos encontrados en el instrumento de medición del clima laboral; aplicado a los integrantes del área directiva (jefes de departamento, subdirectores y director).

Su implementación permitirá mejorar el ambiente de trabajo, facilitando el logro eficiente de las metas institucionales.

Palabras claves: *Proceso de comunicación efectiva, Ontología del lenguaje, lenguaje humano, comunicación, escucha efectiva.*

Introducción

La comunicación es un proceso natural del ser vivo, no se inicia de cero; en este caso, se abordará desde el principio denominado *Comunicación efectiva*, lo cual se considera como una herramienta de liderazgo y gestión y no en la perspectiva psicológica (elementos constituyentes de la misma) sino se analizarán cada una de sus partes. El proceso de mejora se fundamenta a partir de una corriente filosófica denominada Ontología del lenguaje, cuyo propósito es interpretar al hombre a partir de sus conversaciones. Las conversaciones y la escucha efectiva son los actos que constituyen al proceso comunicacional. En el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, se considera la comunicación como recurso estratégico para desarrollar y alcanzar las metas institucionales establecidas, pero ante todo, brindar un servicio educativo de calidad a los alumnos, a los padres de familia y a la sociedad en general, en donde las estructuras cerradas y aisladas no permiten actuar ni reaccionar de una forma eficiente. En el presente trabajo se pretende intervenir en la mejora del proceso de comunicación existente entre los integrantes del área directiva (jefaturas de departamento, subdirecciones y dirección) del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.

Descripción del Método

Para iniciar con este trabajo, se diseñó una encuesta, donde el formato inicial se localizó en el sitio: <http://148.204.151.167/SGC/ClimaLaboral/> y fue adaptado para su aplicación al área en mención. Cuenta con 12 *items* enfocados en las siguientes dimensiones: comunicación efectiva, integración y colaboración, reconocimiento, sentido de pertinencia y trato justo (satisfacción del liderazgo ejercido). Se utilizó la escala Likert con cinco posibilidades de respuesta: 1) Totalmente en desacuerdo; 2) En desacuerdo; 3) Neutro; 4) De acuerdo; 5) Totalmente de acuerdo.

La población considerada fueron las veintidós jefaturas de departamento, las tres subdirecciones y la dirección. Para el procesamiento de la información obtenida en su graficación, se utilizaron las herramientas de Excel. Y en el análisis de la información obtenida, el mismo instrumento aplicado para la obtención de la información, integra las posibles sugerencias de fortalecimiento o cuales deben de continuar sin cambio alguno.

Disertación sobre los hallazgos encontrados en el diagnóstico subdirecciones/dirección.

Los resultados encontrados se analizaron para obtener una mejor idea de la situación en la que se encontraba la percepción de los empleados del ITCM quedando de la siguiente manera:

Clasificación de las Dimensiones según su Necesidad de Atención	
Dimensiones que Requieren Atención Inmediata 0%-60%	
Reconocimiento	37%
Comunicación y Retroalimentación	55.25%
Satisfacción con el Liderazgo Ejercido	56%
Dimensiones que pueden ser Fortalecidas 61%-80%	
Trato Justo	63.72%
Trabajo en Equipo	60.5%
Dimensiones que pueden Permanecer Igual 81%-100%	

Dimensiones que requieren atención inmediata:

Dimensiones que requieren Atención Inmediata 0%-60%
1) Reconocimiento
2) Comunicación y Retroalimentación
3) Satisfacción con el Liderazgo Ejercido

Disertación sobre los hallazgos encontrados en el diagnóstico jefes de departamento.

Clasificación de las Dimensiones según su Necesidad de Atención	
Dimensiones que Requieren Atención Inmediata 0%-60%	
Dimensiones que pueden ser Fortalecidas 61%-80%	
SATISFACCION CON EL LIDERAZGO EJERCIDO	80%
Dimensiones que pueden Permanecer Igual 81%-100%	
TRABAJO EN EQUIPO	83%
COMUNICACIÓN Y RETROALIMENTACION	84%
TRATO JUSTO	88%
RECONOCIMIENTO Y MOTIVACION	90%

Conclusiones

Los resultados de la encuesta en relación con el *director/subdirectores* son:

Dimensiones que requieren Atención Inmediata 0%-60%
1) Reconocimiento
2) Comunicación y Retroalimentación
3) Satisfacción con el Liderazgo Ejercido

1.- En la dimensión del Reconocimiento (37%).

Cuando un empleado es reconocido por su aportación, esfuerzo y dedicación esto se convierte en un factor importante para su motivación e incide satisfactoriamente en la manera de continuar desempeñando sus actividades con calidad. En el ITCM, según la opinión de los empleados, es considerada escasamente lo cual hace sentir a los empleados que su trabajo es pocas veces valorado. Cabe mencionar que los reconocimientos no son económicos; cuando un empleado es reconocido por su jefe gracias a los resultados alcanzados, es un factor motivacional no sólo para él sino para todo el equipo de trabajo, incidiendo así en el compromiso personal y profesional de los miembros de la institución.

2.- Comunicación y Retroalimentación (55%)

La opinión del estado en que se encuentra la comunicación que se da dentro del ITCM varía, mientras que algunos aspectos como la información que se requiere para realizar las actividades es de fácil acceso, existen otras situaciones en las que se manifestaron anomalías como en la falta de comunicación en tiempo y forma de las actividades a realizar, puesto que algunos trabajadores de la empresa consideran que este tipo de información no es trasladada en lapsos oportunos, lo que propicia que esté en riesgo el cumplimiento de los objetivos, al igual que una comunicación oportuna entre los equipos de trabajo y departamentos, generando el retraso de las actividades o la falta de estas. Algunos empleados expresan que si se les proporciona pero no siempre de la manera más adecuada, A pesar de que algunos empleados respondieron que la red de comunicación en el ITCM es eficiente, es preocupante que el resto de los trabajadores opinen que no lo es, ya que un lapso de incomunicación en la empresa puede ocasionar daños graves tanto a los bienes de esta como perjudicar las relaciones humanas.

3.- Satisfacción con el Liderazgo Ejercido. (56%)

Uno de los factores más importantes que componen el clima en el trabajo es el apoyo que el empleado siente por parte de sus superiores, especialmente de su jefe inmediato. Este tipo de apoyo se puede ver reflejado en el interés porque su personal se encuentre actualizado y competente para desarrollar su trabajo al programar cursos de formación que les brinden nuevos conocimientos y que reafirmen los que ya tienen, con el objetivo de que se sientan más capaces y seguros de sí mismos al realizar las diferentes actividades propias de su puesto de trabajo y aporten mayores beneficios al ITCM. Además, debe de brindarles las herramientas y equipo necesario para que realicen sus funciones en óptimas condiciones. Un aspecto delicado que deben tomar en cuenta en algunos superiores son las promesas que le hacen a los empleados, ya que se ve reflejada la credibilidad de ellos como personas y trabajadores, así como la responsabilidad y la honestidad que ponen en práctica, pero algunos de ellos no cumplían sus promesas y acuerdos, lo cual propicia que se dañen las relaciones y que se cree un ambiente de trabajo tenso y carente de valores.

Dimensiones que pueden ser Fortalecidas 61%-80%	
1) Trato Justo	
2) Trabajo en equipo	

1.-Trato justo. (68%)

El trato respetuoso y cortés es esencial para mantener unas relaciones sanas y un ambiente armonioso, esto permitirá el interés genuino de participación y óptima realización en las diferentes actividades de cada departamento; pero si ocurre o se percibe el caso contrario algunas situaciones de favoritismos o de injusticia generan apatía y conflicto.

2.-Trabajo en Equipo. (61%)

La cooperación y el trabajo en equipo dentro de una empresa son esenciales para la óptima realización de las actividades de cada departamento. Fortalecer el compañerismo entre los trabajadores mejorará el Clima Laboral. En la encuesta, un determinado porcentaje de empleados comentaron que existe una cultura de apoyo en algunas áreas, lo que ha permitido la realización en tiempo y forma de las diversas actividades de los departamentos y el cumplimiento de los objetivos institucionales, pero esta bondad no ocurre en todos los departamentos, ocasionando rezago e incumplimiento de metas.

Los resultados de la encuesta en relación con jefes de departamento.

Dimensiones que pueden ser Fortalecidas 61%-80%	
SATISFACCION CON EL LIDERAZGO EJERCIDO	80%

Satisfacción con el Liderazgo Ejercido (80%)

Se considera que el resultado obtenido es satisfactorio. Sin embargo, en los casos de algunas jefaturas de departamentos se han nombrado recientemente a las personas lo que trae consigo una falta de conocimiento de ciertos procedimientos de su departamento.

Dimensiones que pueden Permanecer Igual 81%-100%	
TRABAJO EN EQUIPO	83%
COMUNICACIÓN Y RETROALIMENTACION	84%
TRATO JUSTO	88%
RECONOCIMIENTO Y MOTIVACION	90%

El resto de las dimensiones se ubican dentro de los parámetros de permanecer igual. Dos de ellas se encuentran en un punto que se deben de monitorear para no permitir que pasen a la dimensión de fortalecimiento.

Recomendaciones

Propiciar desde la esfera directiva una comunicación efectiva es una tarea diaria y titánica; desde comunicarles a los empleados los objetivos de la empresa de una forma clara, concisa, y de ser posible por escrito, donde se establezcan tiempos y los recursos materiales y humanos necesarios, con el fin de que se

sientan involucrados por completo en su trabajo y se comprometan a realizar las actividades que les competen. En resumen:

- Sensibilizar en el respeto irrestricto a los directivos sobre el Código de Ética de la S.E.P.
- Manejo responsable de leyes, reglamentos, normatividades y lineamientos de operación del área correspondiente y de la Institución.
- Propiciar un producto de las reuniones de trabajo: minutas, actas, acuerdos por escrito, convenios, etc.
- Elevar el uso y manejo responsable de la red intranet, donde se le dé prioridad a la información oficial.
- Exigir a las áreas correspondientes su acta de entrega-recepción, donde resalten las actividades en curso, extemporáneas y las futuras.
- Participar permanentemente en las estrategias de desarrollo de competencias directivas, así como, cualquier mecanismo de actualización o de desarrollo personal y/o profesional. Ejemplo: Comunicación efectiva, Ontología del lenguaje, Liderazgo transformacional, Coaching, entre otros.

Referencias Bibliográficas

1. Herramientas para un escuchar efectivo, Rafael Echeverría y A. Pizarro (Especialización en...)
2. J. Teixidó, La comunicación en los centros educativos, Girona 1999)
3. La ontología del lenguaje: postulados básicos. (Tema I Ontología del lenguaje, Comunicación efectiva), CIIDET.
4. Sobre el lenguaje humano. (Tema I Ontología del lenguaje, Comunicación efectiva, Material resumido por José Carbajal, CIIDET).

- <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/la-importancia-de-la-comunicacion-organizacional.htm>
- www.joanteixido.org/doc/comunicacio/comunicacion_centros.pdf
- www.tendenciaspedagogicas.com/Articulos/2012_19_08.pdf
- <http://www.item.edu.mx>
- <http://148.204.151.167/SGC/ClimaLaboral/>

	AFIRMACION	JEFE DE DEPARTAMENTO						SUBDIRETOR O DIRECTOR					
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	Mi jefe se interesa por escuchar lo que tengo que decir.												

2	Puedo hablar libremente con mi jefe cuando estoy en desacuerdo con él o ella.											
3	Mi jefe me trata con amabilidad											
4	Mi jefe está al corriente de las actividades que desarrollo											
5	Cuando llego a cometer algún error, mi jefe lo identifica oportunamente e informa de manera adecuada.											

Metodología de mejora del tráfico vehicular mediante simulación en ProModel

José Carlos Hernández Espejo¹, Juan Giovanni Guerra Figueroa²,
Juan de Dios Gámez Rico³ y Dr. José Alfredo Jiménez García⁴

Resumen—Se presenta una solución para el problema vehicular en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Para realizarlo se necesitó tener conocimientos sobre el problema y tener uso de las herramientas de ProModel y StatFit. Se realizaron muestreos de la cantidad de vehículos que circulan en ciertas horas del día de un área específica, cuanto tiempo toman en salir de la calle principal y tiempos de ciclos en los semáforos. Después, se creó un modelo siguiendo las especificaciones para que sea igual que el modelo estudiado. Se metieron los datos obtenidos para hacer una simulación real y se conseguirá presentar una propuesta que será capaz de solucionar el problema, tomando en cuenta los intereses del cliente para que pudiera ser factible el llevarlo a cabo.

Palabras clave— ProModel, muestreos, modelo, simulación, propuesta.

Introducción.

El tráfico vehicular es la consecuencia de múltiples factores sociales, culturales, económicos y políticos que se presentan en las principales ciudades del mundo. La contaminación ambiental se genera por diversos factores sin embargo a la fecha es resultado de la gran producción de partículas contaminantes de vehículos motorizados principalmente en zonas urbanas. La movilidad urbana sustentable es un tema que hoy en día forma parte de una solución factible para los problemas que se tiene con el congestionamiento vehicular en diferentes ciudades del mundo. Muchas de estas ciudades que han logrado ejecutar diferentes estrategias inteligentes lo han logrado gracias al apoyo de los presupuestos económicos que les otorgan en sus países. La manera de desplazarse de un punto a otro dentro de una ciudad impacta no solo al usuario que utiliza un vehículo motorizado sino que también involucra a los peatones que circulan por la calle. La movilidad urbana tiene como objetivo crear hábitos de transporte integrales que reduzcan el costo energético, la contaminación ambiental y los accidentes viales. El trabajo que se presenta a continuación presenta la información más relevante y significativa sobre los factores que afectan el tráfico vehicular en el boulevard “Adolfo López Mateos”.

La investigación se basó en la problemática a estudiar, la cual se desarrolla en la ciudad de Celaya, Guanajuato en el boulevard Adolfo López Mateos.

Se analizara un segmento del boulevard que está conformado por 5 intersecciones.

Las calles que se intersecan con el boulevard y las cuales serán estudiadas son:

Francisco Juárez



Figura 1 Calle “Francisco Juárez” intersección con el boulevard “Adolfo López Mateos”.

Mutualismo



Figura 2 Calle “Mutualismo” intersección con el boulevard “Adolfo López Mateos”.

Javier Minas



Figura 3 Calle “Javier Minas” intersección con el boulevard “Adolfo López Mateos”

Chaurand Concha



Figura 4 Calle “Chaurand Concha” intersección con el boulevard “Adolfo López Mateos”.

Emeteria Valencia



Figura 5 Calle “Emeteria Valencia” intersección con el boulevard “Adolfo López Mateos”

El segmento estudiado se eligió gracias a que en esa parte del boulevard Adolfo López Mateos tiene gran conflicto con el tráfico vehicular en diferente horario del día. Ya que esa zona es el cruce hacia varias escuelas, oficinas, diferentes tipos de trabajos, etc. Lo que ocasiona que en las horas pico del día (8am, 3pm, 7pm) se sature con gran cantidad de automóviles de diferentes dimensiones.

Por lo observado y estudiado del segmento se dedujo que la sincronización de los semáforos que contiene el boulevard está sincronizados de una manera en la que solo se avanzan dos semáforos y se detienen.

La Metodología consta de tres etapas, en este momento el proyecto se encuentra iniciando la segunda etapa en la cual se realizará el diseño del modelo en base a la recolección de datos obtenidos en la etapa I con la ayuda del software Promodel y la Herramienta STATFIT.

Etapa I

Análisis del sistema.

Estudiar y conocer el sistema planteado, para determinar las variables que afectan directamente a la problemática ya establecida, enfocando las posibles soluciones de mejora con el conocimiento previo del sistema.

Recolección de datos.

Medir las variables que afectan al sistema y que conllevan a la problemática, dando la visión en general de lo que está pasando, para simular el comportamiento del sistema de la manera más cercana a la realidad.

Análisis de datos.

Proceso de inspeccionar, limpiar y transformar datos con el objetivo de resaltar información útil, lo que sugiere conclusiones, y apoyo a la toma de decisiones.

Etapa II

Construcción del modelo.

Con la herramienta STATFIT del software Pro-Model y con los datos ya obtenidos previamente analizados, se realiza un modelo que simulará la problemática del sistema.

Verificación y validación del modelo.

Comparar el comportamiento del Modelo en software con la realidad, para ver si tiene el mismo patrón, de ser así se acepta el modelo propuesto para basar y aplicar las mejoras al sistema

Etapa III

Experimentación.

Con el modelo ya aceptado se realizarán los cambios a las variables observando los efectos que estos repercuten al sistema, viendo si se empeora o se mejora.

Resultados y conclusiones.

Procesar los datos recabados u obtenidos durante el proceso de experimentación, dando a conocer los resultados de la investigación, que fueron exitosos basados en los objetivos planteados

Resultados esperados.

Desarrollar y obtener el conocimiento con los datos obtenidos y la información recolectada para elaborar un modelo ideal para la mejora del tráfico vehicular en la zona designada.

¹José Carlos Hernández Espejo, Alumno de la carrera de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Celaya Guanajuato jchdzespejo@hotmail.com

²Juan Giovanni Guerra Figueroa, Alumno de la carrera de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Celaya Guanajuato yovaz_22@hotmail.com

³Juan de Dios Gámez Rico, Alumno de la carrera de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Celaya Guanajuato juan_gamezrico@hotmail.com

⁴Dr. José Alfredo Jiménez García, Doctor Investigador del Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Celaya Guanajuato jose.jimenez@itcelaya.edu.mx

Referencias:

Eduardo, G. D., 2006. Simulación y Análisis de sistemas con ProModel. Primera ed. Naucalpan De Juárez (Edo. De México): Pearson Educación de México.

Gómez, M. M., 2006. Introducción a La Metodología de la Investigación Científica. Primera ed. Córdoba: Brujas.

EL “DESARROLLO DE SOFTWARE” COMO “INGENIERÍA DE SOFTWARE”

M.C. Rita Hernández Flores¹, M.C. Eduardo Hernández Flores²,

RESUMEN: *El desarrollo de software puede ser predecible y controlable, económico y manejable pero, actualmente, los proyectos software no se suelen ejecutar de esa manera, aunque sea posible lograrlo. En este artículo se trata al desarrollo de software como una emergente y necesaria “Ingeniería de Software” y se describe la necesidad de procesos formativos adecuados desde las universidades para reconocer la práctica del desarrollo de software como una profesión ingenieril. mostrar la importancia que tienen herramientas automatizadas dentro de este proceso de administración de requerimientos.*

Palabras Clave: Ingeniería, Ingeniería de Software, Desarrollo de Software.

Abstract:

Software development can be predictable and controllable, economic and manageable, but at present time software projects usually are not run that way, although it is possible to achieve it. In this article software development is approached as an emerging and necessary "Software Engineering", and is described the need of proper learning processes from universities to recognize software development practice as an engineering profession.

Key Words: *Engineering, Software Engineering, Software Development.*

INTRODUCCIÓN

Me gustaría plantear las siguientes preguntas porque constituyen una cuestión fundamental en nuestro campo de investigación: ¿Cuál es la mejor manera de pensar acerca del desarrollo de software? ¿Es ciencia? ¿Es arte? ¿Es un oficio? ¿Es algo completamente distinto? Preguntas a las que trato de responder en el resto del contenido de este trabajo.

“ES” VS. “DEBERÍA”

En las Ciencias Computacionales tenemos una larga tradición debatiendo acerca de si el desarrollo de software es arte o ciencia. Hace más de cuarenta años, Donald Knuth [1] comenzó a escribir una serie de siete volúmenes acerca de esta cuestión. Los primeros tres volúmenes contienen alrededor de 2200 páginas, lo que sugiere que el total de los siete podría ascender a más de 5000. Si eso es a lo que se parece el “arte” del desarrollo de software, ¡no estoy seguro de querer saber a qué se parecerá como “ciencia”!

Las personas que defienden al desarrollo de software como “arte” lo hacen desde el punto de vista de sus aspectos estéticos y argumentan que la ciencia no permite esta inspiración y libertad creativa. Las personas que lo defienden como “ciencia” lo hacen desde el punto de vista de que la mayoría de los programas tiene altas tasas de error y argumentan que esa baja confiabilidad es una libertad creativa intolerable que debe ser condenada. Ambos puntos de vista son incompletos y ambos hacen la pregunta equivocada. El desarrollo de software es arte, es ciencia, o es un oficio como la arqueología, el derecho, la psicología, la sociología, la comunicación social y otras actividades. Es no-profesional en algunos sectores y profesional en otros. Tiene que ver con muchas y diferentes cosas, ya que existen muchas personas diferentes desarrollando. Pero la pregunta correcta no es “¿Qué es actualmente el desarrollo de software?” sino “¿Qué debería ser el desarrollo profesional de software?” En mi opinión, la respuesta a esa pregunta es clara: “El desarrollo profesional de software debería ser ingeniería”. ¿Actualmente es así? No, pero ¿debería serlo? Sin lugar a dudas que Sí.

¹ La M.C. Rita Hernández Flores es catedrática del Instituto Tecnológico de Orizaba, del área de Sistemas y Computación, ritahf01@hotmail.com; jefe de Oficina de Proyectos de Docencia en el Depto. de Sistemas y Computación; Maestría en Ciencias de la Educación; actualmente estudiando el Doctorado en Educación

² El Ing. Eduardo Hernández Flores es catedrático del Instituto Tecnológico de Orizaba, del área Ingeniería Electrónica, eduardohef@hotmail.com; Maestría en Ingeniería Administrativa en el Instituto Tecnológico de Orizaba; fue jefe del Depto. de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Orizaba; fue subdirector de Planeación en el Instituto Tecnológico Gustavo A. Madero

INGENIERÍA vs. CIENCIA

Con sólo un 40% de los desarrolladores de software con títulos en Ciencias Computacionales y prácticamente ninguno en Ingeniería de Software, no debería sorprendernos encontrar personas confundidas acerca de la diferencia entre Ingeniería de Software y Ciencias Computacionales. La distinción entre estos campos es la misma que en otros campos [2]. Los científicos aprenden lo que es verdadero, cómo probar hipótesis y cómo ampliar el conocimiento en su campo; los Ingenieros aprenden lo que es verdadero, lo que es útil y cómo aplicar el conocimiento bien comprendido para resolver problemas prácticos. Los científicos deben estar actualizados con las últimas investigaciones; los ingenieros deben estar familiarizados con el conocimiento que ha demostrado ser fiable y eficaz. Cuando el científico hace ciencia puede darse el lujo de ser específico y especializado; cuando se hace ingeniería es necesario tener un amplio conocimiento de todos los factores que afectan al producto que se diseña. Los científicos no tienen que ser regulados, porque ellos deben rendirles cuentas a otros científicos; los ingenieros tienen que ser regulados, porque ellos tienen que rendirles cuentas a la sociedad. Una formación científica de pregrado prepara a los estudiantes para continuar sus estudios; una formación en ingeniería de pregrado prepara a los estudiantes para su inmediata incorporación al mercado laboral, después de “terminar” sus estudios.

Las universidades otorgan títulos en Ciencias Computacionales y normalmente esperan que sus egresados se desempeñen en puestos de trabajo en desarrollo de software, en el que iniciarán de inmediato la resolución de problemas del mundo real. Sólo una pequeña fracción de los estudiantes en Ciencias Computacionales continúa sus estudios de postgrado, en entornos de investigación acerca de los nuevos avances en el estado del conocimiento en el campo del software y/o los computadores. Esto pone a los estudiantes de Ciencias Computacionales en una tierra tecnológica de nadie. Son llamados científicos, pero en su trabajo realizan funciones que tradicionalmente las ejecutan los ingenieros, pero sin el beneficio de una formación en ingeniería. El efecto sería más o menos el mismo que si se le asignara a un Ph.D. en física el diseño de equipos eléctricos para venta comercial. El físico puede comprender mejor los principios eléctricos que los ingenieros con los que está trabajando, pero su experiencia en construcción de equipos se reduce a la creación de prototipos que se utilizan para progresar en el estado del conocimiento en un laboratorio. Él no tiene experiencia ni está capacitado en el diseño de los equipos robustos y económicos que ofrecen soluciones prácticas en entornos reales. Es de esperar que el equipo diseñado por el Ph.D. funcione, pero tal vez carezca de la solidez que haga posible su utilización por fuera del ambiente seguro de un laboratorio; o el equipo puede usar materiales que son aceptables para un prototipo, pero que son un extravagante derroche cuando las unidades se fabrican por miles.

Situaciones parecidas a este simple ejemplo de física se producen por montones en lo que tiene que ver con el software. Cuando los empleados, formados como científicos computacionales, comienzan a trabajar en sistemas de producción, a menudo diseñan y construyen software que es demasiado frágil para usar en producción, o que es inseguro. Se concentran estrecha y profundamente en consideraciones de menor importancia y excluyen otros factores que son más importantes. Pueden invertir días ajustando a mano un algoritmo de ordenación en lugar de horas usando una librería de código o copiando un algoritmo adecuado de un libro. El típico graduado de Ciencias Computacionales suele necesitar varios años de entrenamiento en el puesto de trabajo para acumular suficiente conocimiento práctico para, mínimamente, desarrollar software de producción satisfactorio.

La falta de un desarrollo profesional no es culpa sólo de los desarrolladores de software. El mundo del software se ha convertido en víctima de su propio éxito. El mercado laboral del software ha estado creciendo más rápido que la infraestructura formativa necesaria para apoyarlo, por lo que más de la mitad de las personas que ocupan puestos en desarrollo de software han sido formados en otros campos relacionados. Los empleadores no les pueden exigir a estas personas que, en sus horas libres, obtengan un título equivalente a un pregrado en ingeniería. Incluso si pudieran, la mayor parte de los cursos disponibles son para Ciencias Computacionales, no para Ingeniería de Software. La infraestructura formativa se ha quedado a la zaga de las necesidades de la industria.

MÁS QUE UNA MODA

Algunas personas piensan que "Ingeniería de Software" es sólo una palabra de moda que significa lo mismo que "programación de computadores". Es cierto que la Ingeniería de Software ha sido usurpada, pero un término

puede ser objeto de abuso y todavía tener un significado legítimo. La definición del diccionario para "Ingeniería" es: "Aplicación de principios científicos y matemáticos con fines prácticos", y es lo que la mayoría de los programadores tratan de hacer. Los ingenieros de software aplicamos algoritmos desarrollados científicamente y definidos matemáticamente, métodos de diseño funcional, métodos de aseguramiento de calidad y otras prácticas para desarrollar productos software y servicios [3]. Como David Parnas [4] señala, en otros campos técnicos de la profesión ingenieril se inventaron y asignaron personerías jurídicas y certificaciones para que sus clientes conocieran que estaban calificados para construir productos técnicos. Los clientes del software no se merecen menos.

Algunas personas piensan que tratar como ingeniería al desarrollo de software significa que todos tendremos que usar métodos formales para escribir programas como pruebas matemáticas. El sentido y la experiencia común nos dice que eso es demasiado para muchos proyectos. Otros objetan que el software comercial es demasiado dependiente de las cambiantes condiciones del mercado como para darse el lujo de invertir tiempo en ingeniería. Estas objeciones se basan en una idea estrecha y errónea acerca de la ingeniería. La ingeniería es la aplicación de principios científicos con fines prácticos y, si no se hace así, es mala ingeniería. Tratar de aplicar métodos formales a todos los proyectos de software es tan mala idea como tratar de aplicar code-and-fix para desarrollar todos los proyectos.

Tratar al desarrollo de software como ingeniería clarifica la idea de que para diferentes proyectos son apropiados diferentes objetivos de desarrollo. Cuando se diseña un edificio, los materiales de construcción deben ser adecuados para el propósito de la construcción. Es posible construir una bodega amplia para guardar vehículos agrícolas con un metal delgado y sin hoja de aislamiento, pero una casa no se construiría de la misma manera; pero, a pesar de que la casa sea resistente y cálida, de ninguna manera nos referimos a la bodega como de inferior calidad que la casa. La bodega se diseñó adecuadamente para un fin previsto y, si hubiera sido construida de la misma manera que la casa, incluso podría criticarse por tener "más ingeniería de la necesaria" –un juicio según el cual los diseñadores despilfarran recursos en las construcciones y que por lo tanto no aplican la "ingeniería necesaria".

En software, un proyecto bien ejecutado se gestiona para que cumpla alguno de los siguientes objetivos del producto:

- Defectos mínimos
- Máxima satisfacción de usuarios
- Tiempo de respuesta mínimo
- Buena mantenibilidad
- Buena extensibilidad
- Robustez
- Alta correctitud

Cada equipo del proyecto software debe definir explícitamente la importancia relativa de cada característica; luego, el equipo completo, debe conducir el proyecto de forma que logre sus objetivos.

Los proyectos software son diferentes de los proyectos de ingeniería que utilizan materiales físicos. En otro tipo de ingeniería, el costo de los materiales puede llegar al 50% o más del costo total del proyecto. Algunas empresas de ingeniería reportan que consideran automáticamente como de alto riesgo a los proyectos cuya mano de obra constituye más del 50% de su costo [5]. En un proyecto típico de software, los costos de mano de obra pueden llegar casi al 100% del costo total. La mayoría de proyectos de ingeniería se centran en optimizar los objetivos del producto y los costos de diseño son relativamente insignificantes. Debido a que los costos de mano de obra constituyen gran parte del total de los costos del ciclo de vida del software, los proyectos software necesitan enfocarse más en optimizar los objetivos del proyecto que lo que hacen otros tipos de ingenierías. Por lo tanto, además de trabajar en pro de los objetivos del producto, un equipo de software también debe trabajar para lograr alguno de los siguientes objetivos del proyecto:

- Calendario corto
- Fecha de entrega predecible
- Bajo costo
- Equipo pequeño
- Flexibilidad para ejecutar los proyectos aunque los requisitos cambien

Cada proyecto software debe encontrar un equilibrio entre los diferentes objetivos del proyecto y los del producto. No queremos pagar miles de pesos por un procesador de texto, ni queremos que se bloquee cada 15 minutos.

¿En cuáles de estas características específicas del producto y del proyecto hace hincapié un equipo de trabajo para determinar si un proyecto es o no verdadera "Ingeniería de Software"? Algunos proyectos necesitan producir software con defectos mínimos y correctitud casi perfecta –software para equipos médicos, aviación, viajes espaciales y así sucesivamente. Muchas personas estarían de acuerdo en que estos proyectos son un dominio apropiado para la Ingeniería de Software a gran escala. Otros proyectos necesitan entregar su software con una fiabilidad adecuada, pero con bajos costos y calendarios cortos. ¿Pertencen estos proyectos al dominio de la Ingeniería de Software? Una definición informal de ingeniería es "hacer con un centavo lo que cualquier persona puede hacer con un dólar". Muchos de los actuales programadores de software están haciendo con un dólar lo que cualquier buen ingeniero de software puede hacer con un centavo. El desarrollo económico también es dominio de la Ingeniería de Software.

La actual dependencia generalizada del desarrollo code-and-fix y el exceso en costos y calendario que implica, no es el resultado de una estimación de la Ingeniería de Software, sino de poca formación y entrenamiento en las prácticas de la Ingeniería de Software.

CONCLUSIONES

El desarrollo de software, como se practica comúnmente hoy en día, no se parece mucho a ingeniería, pero podría lograrse. Una vez que dejemos de hacer la pregunta equivocada de "¿Qué es actualmente el desarrollo de software?" y empecemos a hacer la pregunta correcta de "¿El desarrollo de software debería ser ingeniería?" podremos empezar a responder las preguntas realmente interesantes: ¿Cuál es el cuerpo base de conocimiento de la Ingeniería de Software? ¿Qué necesitan hacer los desarrolladores profesionales de software antes de que puedan utilizar ese conocimiento? ¿Qué tanta es la recuperación de la inversión desde la práctica de desarrollo de software como una disciplina de ingeniería? ¿Cuáles son las normas de conducta profesional apropiadas para los desarrolladores de software? ¿Para las organizaciones de software? ¿Se debe reglamentar a los desarrolladores de software? Si es así, ¿en qué medida? Y, tal vez la pregunta más interesante de todas: ¿Cómo será la industria del software después que todas estas cuestiones hayan sido resueltas?

Bibliografía

- [1] D. Knuth. "The Art of Computer Programming: Volumes 1-3". USA: Addison-Wesley Professional. 1998.
- [2] D. L. Parnas. "Software Engineering Programs Are No Computer Science Programs". IEEE Software, Vol. 16, No 6, pp. 1-16. 1999.
- [3] E. Serna M. (2010). "Métodos Formales e Ingeniería de Software". Revista Virtual Universidad Católica del Norte, No. 30, pp. 1-20.
- [4] D. L. Parnas. "Software Engineering: An Unconsummated Marriage". Communications of the ACM. Vol. 40, No. 9, pp. 128. 1997.
- [5] R. Baines. "Across Disciplines: Risk, Design, Method, Process, and Tools". IEEE Software, Vol. 15, No. 4, pp. 61-64. 1998.

Desarrollo de una HMI para la comunicación de un controlador comercial para medición y control de las variables de presión y flujo

M.I. Benjamín Octaviano Hernández García¹, M.C. Juan José Pescador Espítia² y
M.C. Juan Manuel Olmos Aguilar³

Resumen— Este trabajo explica el uso del programa LabVIEW de National Instruments (NI) para la generación de una Interfaz Gráfica o Instrumento Virtual (VI), para establecer comunicación vía puerto serial con un controlador universal de la marca Autonics TZN4H para la lectura de la Variable de Proceso (PV) y la lectura y modificación de la Variable de Ajuste (SV).

Dicho controlador forma parte de una Estación Didáctica de Control de Procesos (EDCP), que se encuentra actualmente en proceso de diseño en el Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo de Celaya, Gto. (CRODE Celaya) en la cual será posible controlar las variables de Temperatura, Nivel, Flujo y Presión.

El diseño del VI cubre la ausencia de un controlador o “driver” diseñado específicamente para comunicar una computadora con el controlador Autonics. Para tal fin se hace uso de la información de los comandos proporcionados por el fabricante del controlador Autonics así como de las funciones de LabVIEW de National Instruments. El VI realizado incluye una interfaz gráfica para el manejo de dos de las cuatro variables de control que son Temperatura y Nivel, logrando la comunicación entre el VI desarrollado en LabVIEW y el controlador Autonics.

Palabras clave— Controlador Universal, Convertidor RS485-RS232, Instrumento Virtual, Interfaz Gráfica, Variables de control.

Introducción

El diseño y desarrollo de un módulo de entrenamiento para el estudio del control con múltiples variables, como es la Estación Didáctica de Control de Procesos, permitirá a los alumnos experimentar con las cuatro variables más conocidas en la industria: Temperatura, Nivel, Presión y Flujo. Adicionalmente se podrá realizar el análisis matemático y la simulación de una o más variables, aplicar algoritmos de control y determinar la respuesta estática y dinámica de los distintos sistemas que lo componen.

Para ello, se utiliza como elemento de adquisición y control, un equipo industrial de la marca Autonics modelo TZN4H, el cual cuenta con una canal de comunicación serial RS-485. Para el desarrollo del controlador se utilizó el software LabVIEW de National Instruments, dicho software cuenta con una amplia biblioteca de drivers para distintas marcas de controladores industriales, entre las que puede mencionarse (Yokogawa, 2015), (Schnider, 2015), (Omron, 2015), entre otros; sin embargo para la marca Autonics no ha sido desarrollado hasta este momento.

Tomando como base la información proporcionada por el fabricante, donde se indican códigos y tiempos necesarios para establecer la comunicación, se diseñó un controlador para tal fin.

Materiales y Métodos

Reseña de la comunicación serial multipunto

El controlador Autonics TZN4H, es un controlador de tipo industrial que cuenta con la funcionalidad de transmitir y modificar en su caso información de la Variable de Ajuste (SV) y la variable de Proceso (PV) de un sistema bajo supervisión, para ello se vale de un canal de comunicación serial RS-485, el cual posibilita el envío y recepción de información de varios controladores a una misma terminal de control, siendo necesario un convertidor de RS-485 a RS-232, dado que se utiliza una computadora personal.

La diferencia entre utilizar un estándar u otro radica en la manera en que la transmisión multipunto de forma diferencial se lleve a cabo, logrando en el caso del protocolo RS-485 transmitir información a altas velocidades y largas distancias entre varios controladores (hasta 32) y una computadora; a diferencia del estándar de comunicación RS-232 que es utilizado para intercambiar información entre dos equipos únicamente, a distancias no mayores a 15

¹ Benjamín Octaviano Hernández García M.I. es Ingeniero de Proyectos en el Departamento de Diseño y Desarrollo de Equipo del CRODE Celaya, en Celaya, Gto. México. benjamin_hdez@crodecelaya.edu.mx (autor corresponsal).

² El M.C. Juan José Pescador Espítia es Jefe del Departamento de Diseño y Desarrollo de Equipo del CRODE Celaya, en Celaya, Gto. México. jjpescador_e@crodecelaya.edu.mx.

³ El M.C. Juan Manuel Olmos Aguilar es Jefe de la Oficina de Proyectos en el departamento de Diseño y Desarrollo de Equipo del CRODE Celaya, en Celaya, Gto. México. odin@crodecelaya.edu.mx.

metros y velocidades máximas de 20 Kbits/seg (Piedrafita M., 2007). El protocolo RS-232 puede ser controlado de manera sencilla por medio del programa LabVIEW (Instruments, 2003), (Instruments, 2003), utilizando los bloques de funciones incorporados en la paleta de funciones.

Equipo, software y material utilizado

Para el desarrollo de esta propuesta se han utilizado equipos comerciales denominados Controladores Universales, los cuales aceptan normalmente señales de termopar y/o señales analógicas proporcionales a la variable que se esté sensando, ya sea en estándar de voltaje o corriente; como software para el desarrollo de la interfaz gráfica, se ha utilizado LabVIEW de National Instruments, y como equipo adicional, un convertidor de protocolo RS-485 a RS-232, sensores de temperatura y nivel, así como una pequeña planta piloto para integrar todo el sistema.

Estructura de la comunicación en el Control Autonicos

Uno de los datos importantes de este dispositivo para la comunicación RS-485 es la del formato o comando para la adquisición de datos del controlador Autonicos TZN4H y cómo es que éste se conecta con un sistema superior (PC, PLC, etc.).

La figura 1 muestra la conexión entre un sistema superior con el controlador Autonicos TZN4H. Esta conexión se realiza haciendo uso del protocolo RS-485 (Autonicos, 2007), el cual permite conectar hasta un máximo de 32 dispositivos, incluido el sistema superior.

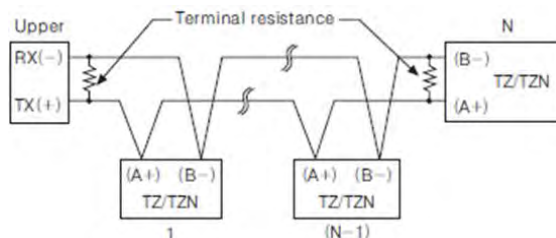


Fig. 1. Conexión de un bus RS-485.

Una vez que el sistema se encuentra debidamente energizado es necesario esperar al menos 4 segundos para iniciar la comunicación. Inicializado el controlador es necesario tener en cuenta ciertos tiempos de espera entre un comando enviado y uno recibido al momento de realizar la comunicación (Autonicos, 2007) (ver Fig. 2).

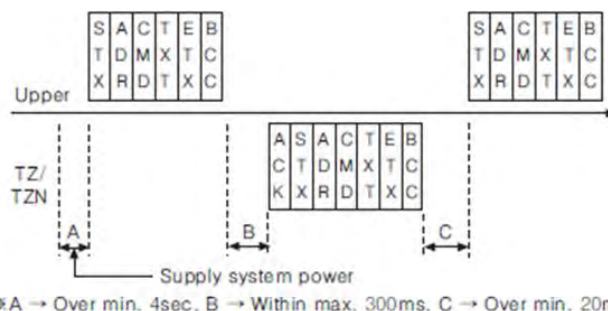


Fig. 2. Tiempos de espera entre solicitud y respuesta para el TZN4H.

El comando para la comunicación que se necesita para obtener los valores de la PV y la SV del controlador se conforma utilizando la estructura de la figura 3.

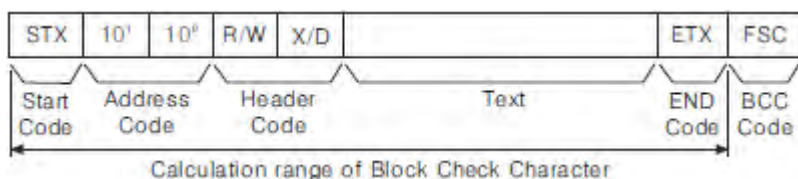


Fig. 3. Estructura del protocolo de comunicación del TZN4H.

Para la realización de la lectura de la PV o de la SV se hace uso de la secuencia indicada en la Tabla 1, la cual especifica la longitud de la palabra a enviar así como el contenido de dicha palabra.

STX	0	1	R	X	P	0	ETX	FSC
Start	Address		Command head		P: Processing value, S: Setting value		End	BCC

Tabla 1. Estructura para elaborar la palabra de solicitud de lectura.

Si la solicitud de lectura se realizó apropiadamente entonces se recibe la lectura del valor actual de la PV o SV, la Tabla 2 muestra la cadena que se recibe ante una solicitud de la PV.

ACK	STK	0	1	R	D	P	0	Symbol	10 ³	10 ²	10 ¹	10 ⁰	Decimal point	ETX	FSC
-----	-----	---	---	---	---	---	---	--------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	---------------	-----	-----

Tabla 2. Estructura de la palabra de respuesta de lectura.

Debido a que el protocolo de comunicación utilizado por los controladores Autonics es el RS485 mientras que la PC utiliza el protocolo RS232C, es necesario utilizar un convertidor serial (SCM-38I) (Autonics, 2007) mostrado en la figura 4, el cual cuenta con los elementos electrónicos específicos para conversión entre protocolos y la transmisión de información en ambos sentidos.



Fig. 4. Convertidor RS-485 a RS-232.

Cuando el sistema se encuentra listo para operar, el primer paso es asegurar que el controlador Autonics TZN4H cuente con una dirección válida para la comunicación serial RS-485 de forma que cada controlador tenga asignado un número entre 1 y 32 y que esta no se repita en ningún otro controlador conectado a la misma red. La información de configuración es proporcionada por el fabricante (Autonics, 2007).

Diseño del Instrumento Virtual (VI):

El VI principal llamado “Control Temperatura-Nivel.vi” (ver Fig. 5), es un diseño que contiene a su vez dos sub-VI o sub-programas denominados “Autonics ReadPV.vi” y “Autonics Read and Write SV.vi”, los cuales permiten realizar la lectura de la PV, así como realizar la lectura y ajuste de la SV, respectivamente.

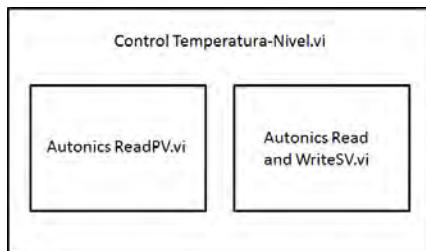


Fig. 5 Estructura del VI Control Temperatura-Nivel

El VI Control Temperatura-Nivel, es un diseño secuencial que permite leer el valor de la PV en primera instancia, y posteriormente leer y escribir el valor de la SV (ver Fig. 6).

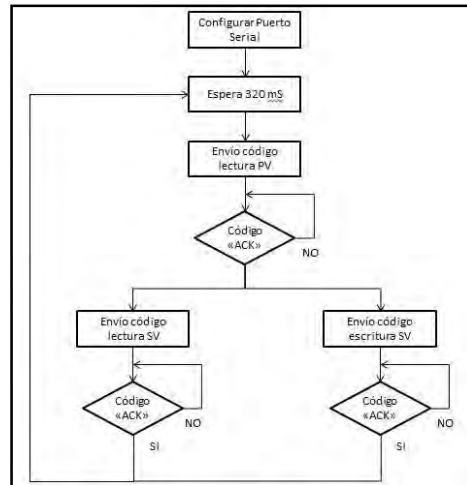


Fig. 6 Diagrama de flujo del VI Control Temperatura-Nivel.

La pantalla principal de la interfaz gráfica se muestra en el figura 7, la cual incluye la representación de las carátulas de los controladores universales Autonics y un diagrama de planta del proceso de temperatura y nivel, mientras que la figura 8 muestra el diagrama a bloques del primer nivel del VI Control Temperatura-Nivel.vi.

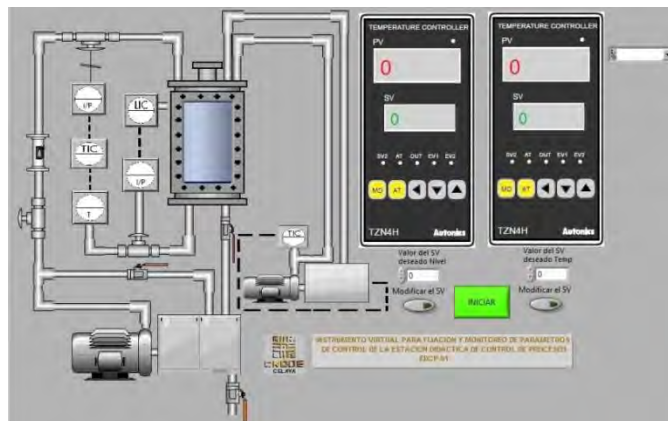


Fig. 7. Panel frontal del Instrumento Virtual “Control de Temperatura-Nivel.vi”.

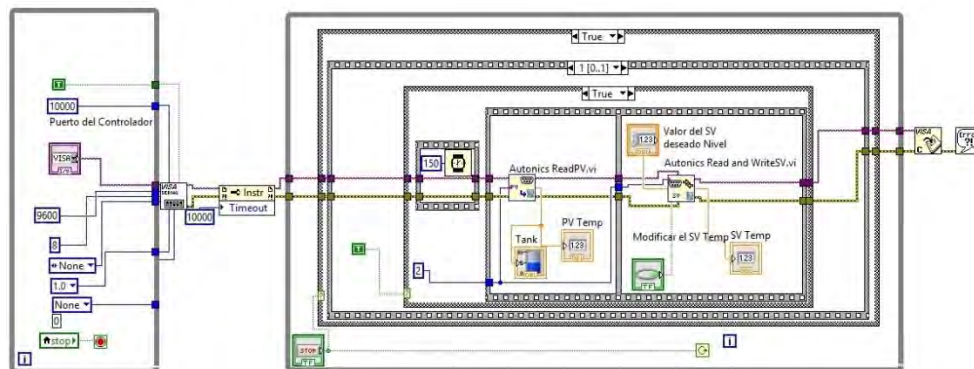


Fig. 8. Diagrama a bloques del Instrumento Virtual “Control de Temperatura-Nivel.vi”.

El sub-VI llamado “Autonics ReadPV.vi”, es el encargado de monitorear la lectura de la PV. El procedimiento comienza aplicando un tiempo muerto de 320 milisegundos, el cual permite al controlador atender las operaciones internas.

A continuación, se envía el comando generado de acuerdo al formato establecido por el fabricante Autonics (ver Fig. 3 y Tabla 1), para la adquisición del dato PV. Cuando la cadena de caracteres para el comando de adquisición del dato PV está listo, se envía a través de la función “VISA Write” al Autonics TZN4H, (Instruments, 2003) (Instruments, 2003).

Se incluye un retardo de 30 milisegundos para esperar la respuesta que proporciona el Autonics TZN4H, debido a la solicitud previa (ver figura 2), posteriormente hay que esperar a que el programa detecte el carácter “ACK” (06H, representación hexadecimal), que es el carácter inicial del formato del comando de respuesta del Autonics TZN4H (ver Tabla 2), a la solicitud de lectura de la PV.

Una vez recibido el carácter “ACK”, se continúa con la lectura de la parte complementaria del comando, se decodifica extrayendo los caracteres de interés para su posterior representación numérica del valor de la PV.

El segundo sub-VI de interés llamado “Autonics Read and WriteSV.vi” es utilizado para leer y actualizar el dato de la SV, mediante el envío de la cadena de caracteres para el comando de adquisición de la SV a través de la función “VISA Write” al Autonics TZN4H.

Nuevamente se agrega un retardo de 30 milisegundos para esperar la respuesta que proporcione el Autonics TZN4H. Posterior a ese tiempo se busca el carácter “ACK” y se extraen los caracteres de interés para la posterior representación numérica del valor de la SV.

Para cumplir con la tarea de modificar la SV, se comienza con un retardo de 320 milisegundos y se envía el comando para la modificación del dato de la SV de acuerdo a la Tabla 1. Nuevamente se inserta otro retardo de 30 milisegundos para esperar la respuesta que proporciona el Autonics TZN4H, se reconoce el carácter “ACK” y se continúa con la lectura de la parte complementaria del comando, para dar por terminada la modificación de la SV.

Resultados

Se logró generar un VI que pudiera enlazar al controlador TZN4H de Autonics con una computadora personal, mediante el puerto Serial RS-232, las pruebas realizadas incluyen dos controladores TZN4H interconectados por medio del bus RS-485, asignándoles las direcciones 1, para el controlador de temperatura y 2 para el controlador de nivel.

Las pruebas consistieron en:

- Modificar el valor de la SV desde la interfaz gráfica y que este cambio se vea reflejado en el indicador apropiado de cada uno de los controladores TZN4H.
- Modificar el valor de la SV desde el panel de cada controlador TZN4H, y que este se vea reflejado en la pantalla de la interfaz gráfica.
- Modificar las condiciones del proceso, de forma que se observen cambios en el valor de la PV, y que estos sean registrados en la interfaz gráfica (ver Fig. 9).
- Dejar en funcionamiento continuo, hasta por 8 horas, no observando mensajes de errores que indiquen pérdida de comunicación.

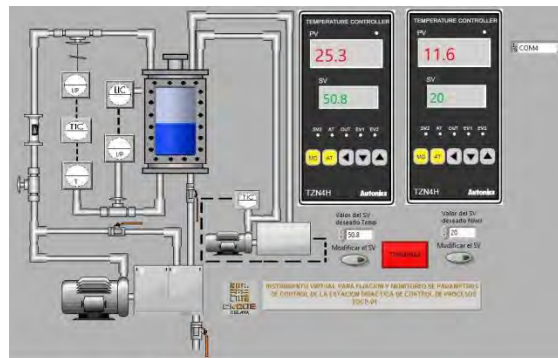


Fig. 9 Panel principal del VI mostrando datos obtenidos.

El sistema fue probado utilizando un sensor termopar tipo K para el controlador asignado al proceso de temperatura y un sensor de presión diferencial para el controlador asignado al proceso de nivel.

Conclusiones

El diseño de un instrumento virtual particular para la comunicación entre un controlador universal y una computadora permitió conocer a profundidad el proceso de lectura escritura que necesita el controlador universal TZN4H, y de esa manera especificar los tiempos de retardo necesarios para permitir una respuesta óptima de cada controlador. Es importante mencionar que los tiempos de respuesta del controlador son variables críticas para tener una buena comunicación, ya que los sistemas de comunicación serial cuentan con un tiempo máximo de espera para establecer la comunicación, si el sistema no responde entonces generará un código de error y se perderá la información obtenida hasta el momento.

Los resultados obtenidos confirman que el VI diseñado puede ser utilizado para la comunicación entre los controladores Autonics y una computadora personal, por ende, el procedimiento es compatible para la comunicación con otros controladores que operen bajo parámetros similares de comunicación en aplicaciones de automatización e instrumentación de procesos industriales que requieran una HMI para potenciar los resultados del proceso.

Referencias bibliográficas.

- Autonics, 2007. *Communications Control TZ/TZN Series*, Korea: Autonics.
Autonics, 2007. *Serial Converter Module SCM-38I Manual*, Korea: Autonics.
Autonics, 2007. *Temperature Controller, TZN4H/TZN4W Series*, Korea: Autonics.
Instruments, N., 2003. *Data Acquisition and Data Conditioning*. EEUU: s.n.
Instruments, N., 2003. *LabView Básico I y II. Manual de curso*. EEUU: s.n.
Omron, 2015. [En línea] Available at: <http://search.ni.com/nisearch/app/main/p/bot/no/ap/tech/lang/es/pg/1/ps/20/sn/n10:controller.n2:NO.omron.ssnv:idr/> [Último acceso: 2015].
Piedrafita M., R., 2007. *Ingeniería de la Automatización Industrial*. 2da. ed. México: Alfa Omega.
Schneider, 2015. [En línea] Available at: <http://search.ni.com/nisearch/app/main/p/bot/no/ap/tech/lang/es/pg/1/sn/n2:RS.schneiderElectric.ssnv:idr/> [Último acceso: 2015].
Yokogawa, 2015. [En línea] Available at: <http://www.yokogawa.com/ns/support/ns-labview-guide.htm> [Último acceso: 2015].

Autores

M. en I. Benjamín Octaviano Hernández García, obtuvo su título de Maestría en Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Guanajuato, en el año de 2001, título de Ingeniero en Electrónica en el Instituto Tecnológico de Celaya, en el año de 1994. Actualmente se desempeña como Jefe de Proyecto, en el Departamento de Diseño y Desarrollo de Equipo del CRODE Celaya.

M. en C. Juan José Pescador Espítia, obtuvo su título de Maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial en el Tecnológico de Celaya, en el año de 2005, título de Ingeniero en Industrial Mecánica, en el Instituto Tecnológico de Celaya, en el año de 1987. Actualmente se desempeña como jefe del departamento de Diseño y Desarrollo de Equipo del CRODE Celaya.

M. en C. Juan Manuel Olmos Aguilar, obtuvo su título de Maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial en el Tecnológico de Celaya, en el año de 2002, título de Ingeniero en Industrial Mecánico, en el Instituto Tecnológico de Celaya, en el año de 1996. Actualmente se desempeña como Ingeniero de Diseño y es Jefe de la Oficina de Diseño Industrial, dependiente del Departamento de Diseño y Desarrollo de Equipo del CRODE Celaya.

Modelo de un sistema experto para el diagnóstico clínico de enfermedades respiratorias en el Estado de México

M.T.I. Benjamín Hernández García¹, Lic. Julia Martínez Romero²,
M.T.I. Eliezer Ríos Caballero³ y Arely Jazmín Zúñiga Caporal⁴

Resumen—La investigación consiste en diseñar un modelo, de un sistema experto para el apoyo al diagnóstico clínico de enfermedades respiratorias. Actualmente hay un gran número de enfermedades muchas de las veces los síntomas son similares, por ello esta investigación realizara un estudio para diferenciar las enfermedades y determinar un diagnóstico efectivo. El desarrollo del sistema experto utilizara un lenguaje de inteligencia artificial, llamado Visual PROLOG el cual permite realizar la lógica de predicados.

Palabras clave—sistema experto, modelo, diagnóstico clínico.

Introducción

Actualmente De acuerdo a la organización mundial de la salud (OMS, 2014) las enfermedades respiratorias crónicas de las vías respiratorias y otras estructuras del pulmón. Algunas de las más frecuentes son: asma; enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC); alergias respiratorias; enfermedades pulmonares de origen laboral; hipertensión pulmonar.

Los factores de riesgo son: el tabaquismo, contaminación del aire en espacios cerrados, contaminación exterior, alérgenos, exposición a riesgos ocupacionales como el polvo y productos químicos.

Cientos de millones de personas sufren cada día las consecuencias de una enfermedad respiratoria crónica (ERC).

Según estimaciones recientes de la OMS (2004), actualmente hay unos 235 millones de personas que padecen asma, 64 millones que sufren enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), y muchos millones de personas más que sufren rinitis alérgica y otras ERC que a menudo no llegan a diagnosticarse.

Las enfermedades respiratorias se presentan durante todas las épocas del año, pero se agudizan más durante el invierno debido a los cambios bruscos de temperatura.

Así mismo en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, del Gobierno de la República Mexicana en el Artículo Cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece el derecho de toda persona a la protección de la salud. En respuesta a dicho artículo se ha construido un amplio Sistema Nacional de Salud.

Sin embargo, éste se caracteriza por estar fragmentado en múltiples subsistemas, donde diversos grupos de la población cuentan con derechos distintos. En 2012, aproximadamente uno de cada cuatro mexicanos no contaba con acceso en algún esquema de salud.

Hay un impacto en la pérdida de productividad cuando las personas enferman generando la ausencia laboral, ya sea porque ellos enferman o deban atender a un enfermo, en el caso de los niños los días de inasistencia a la escuela.

Por el otro, están los gastos relacionados con el tratamiento de una enfermedad, en cuanto a medicamentos y honorarios del médico, los gastos de hospitalización y por la atención en salas de emergencia.

El presente artículo de investigación se enfoca exclusivamente al diseño del modelo de un sistema experto de apoyo al diagnóstico clínico de enfermedades respiratorias en el estado de México en los municipios de Tlalnepantla, Tultitlan y Coacalco. La fase de desarrollo se realizara en otros futuros artículos.

La importancia de realizar este Modelo de un sistema experto para el diagnóstico clínico es que impacta directamente en el estado de México ya que los padecimientos respiratorios tienen relevancia en cuantos a los costos económicos.

Para el diseño del sistema experto se aplicará la investigación cualitativa, apoyándose en la investigación de campo y documental.

¹ M.T.I. Benjamín Hernández García, profesor de Ingeniería en TICs, en el Instituto Tecnológico de Tlalnepantla. beheg2012@gmail.com

² La Lic. Julia Martínez Romero, Profesora de Ingeniería en TICs, en el Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, julia1234julia1234@hotmail.com

³ El M.T.I. Eliezer Ríos Caballero, profesora de Ingeniería en TICs, en el Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, elriosc@hotmail.com

⁴ La Alumna Arely Jazmín Zúñiga Caporal, actualmente cursa el 9º semestre de Ingeniería en TICs, en el Instituto Tecnológico de Tlalnepantla.

Dentro de la investigación de campo se realizarán entrevistas con los expertos humanos en esta área del conocimiento en diversos hospitales de tres municipios del Estado de México. Médicos especialistas en neumología en el área de enfermedades respiratorias, con respecto a la investigación documental se realizará con la integración de un estado del arte de las últimas investigaciones al respecto.

En el desarrollo del sistema experto se utilizará un lenguaje de inteligencia artificial llamado PROLOG el cual permite realizar la lógica de predicados.

Actualmente hay muchas enfermedades y no hay un sistema experto en esta área del conocimiento, en el Estado de México concretamente en los municipios de Tlalnepantla, Tultitlan y Coacalco. Por lo que es necesario contar con esta herramienta de software de apoyo al diagnóstico clínico.

Descripción del Método

Introducción a sistemas expertos

Los sistemas expertos pertenecen al área de la inteligencia artificial y sus aplicaciones son de carácter multidisciplinar, en diferentes campos: ciencias de la computación, ingeniería, matemáticas, estadística, etc.

Los sistemas expertos son máquinas que piensan y razonan como un experto lo haría en una cierta especialidad. Por ejemplo, un sistema experto en diagnóstico médico requeriría como datos los síntomas del paciente, los resultados de análisis clínicos y otros hechos relevantes, y, utilizando estos, buscaría en una base de datos la información necesaria para poder identificar la correspondiente enfermedad.

Un Sistema Experto de verdad, no solo realiza las funciones tradicionales de manejar grandes cantidades de datos, sino que también manipula esos datos de forma tal que el resultado sea inteligible y tenga significado para responder a preguntas incluso no completamente especificadas.

Un sistema experto puede definirse como un sistema informático que simula a los expertos humanos en un área de especialización (Castillo, 1997).

Los sistemas expertos son programas que reproducen el proceso intelectual de un experto humano en un campo particular, pudiendo mejorar su productividad, ahorrar tiempo y dinero, conservar sus valiosos conocimientos y difundirlos más fácilmente.

Modelo

Un modelo es una representación de un objeto, sistema o idea, de forma diferente al de la entidad misma. El propósito de los modelos es ayudarnos a explicar, entender o mejorar un sistema. Un modelo de un objeto puede ser una réplica exacta de éste o una abstracción de las propiedades dominantes del objeto.

MATERIALES Y METODOS

El presente proyecto diseñará el modelo de un sistema experto de apoyo al diagnóstico clínico de enfermedades respiratorias.

Actualmente hay un gran número de enfermedades muchas de las veces los síntomas son similares es por ello que esta investigación realizará un estudio para diferenciar las enfermedades y determinar un diagnóstico efectivo.

Para el diseño del sistema experto se aplicará la investigación cualitativa, apoyándose en la investigación de campo y documental.

Dentro de la investigación de campo se efectuarán programas de trabajo para diversos hospitales, expertos en el área de síntomas de enfermedades respiratorias, con respecto a la investigación documental se realizará con la integración de un estado del arte de las últimas investigaciones al respecto.

Para el desarrollo del sistema experto se utilizará un lenguaje de inteligencia artificial llamado PROLOG el cual permite realizar la lógica de predicados.

Recopilar la información

Para la planeación del modelo. Se realiza una investigación documental para identificar los últimos avances acerca de los principales artículos publicados, relacionados con las enfermedades respiratorias y los sistemas expertos médicos existentes en enfermedades respiratorias.

También se realizará una investigación de campo con entrevistas y cuestionarios en hospitales públicos y privados con médicos generales así como especialistas expertos humanos en el área de Neumología.

Se realizarán entrevistas: de dos tipos las no estructuradas y las estructuradas. Las no estructuradas permitirán realizar preguntas espontáneas al experto para obtener más datos de las enfermedades respiratorias. Ver la figura 1. Entrevistas a los expertos humanos del conocimiento.

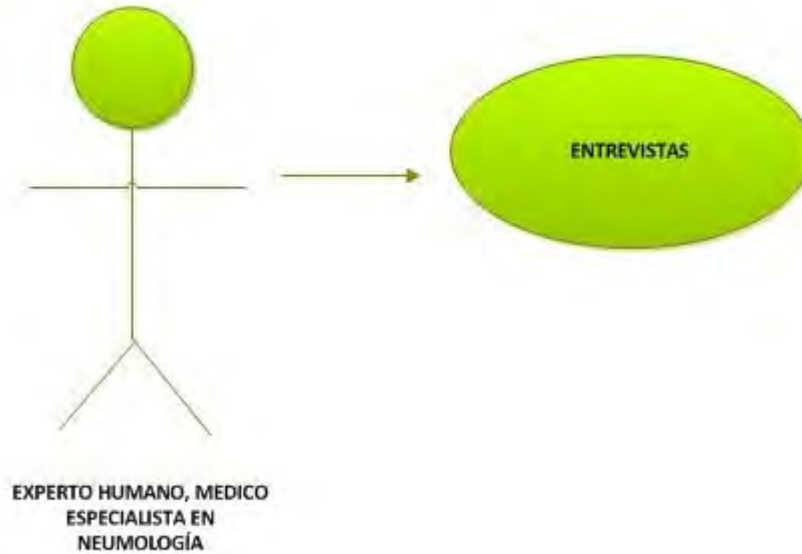


Figura 1. Entrevistas a los expertos humanos del conocimiento.

Análisis de la información

Recopilación, análisis y procesamiento de la información. Este proceso consiste en generar las estadísticas de las enfermedades más comunes de las vías respiratorias, los síntomas y el resultado de los análisis para comprobar la presencia de la enfermedad. Esto permitirá su diagnóstico y el mejor tratamiento, así como las medidas que se deben tomar para prevenir la enfermedad.

Con toda la información recabada. Se realizara el diseño de todos los elementos que componen el modelo del sistema experto. Que está compuesto por diferentes elementos. Ver figura 2. Procesos del sistema experto.

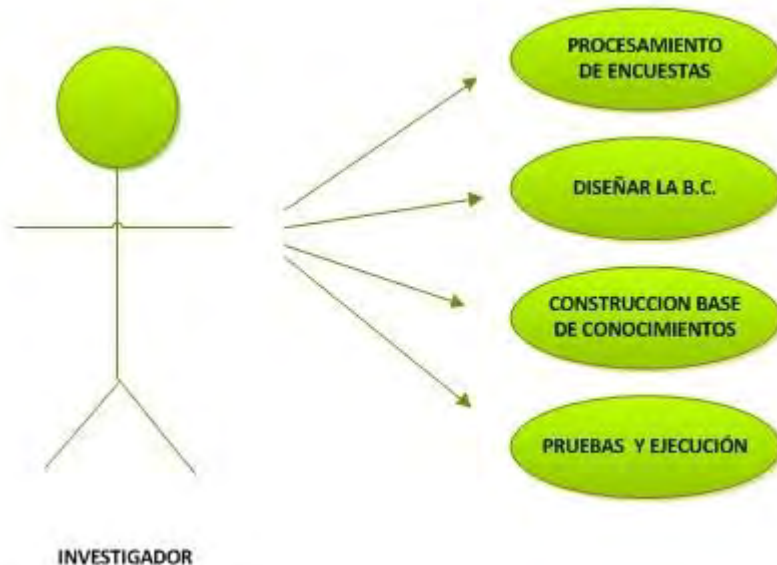


Figura 2. Procesos de sistema experto.

Modelo del sistema experto

Cada sistema experto consiste de dos partes principales: la base del conocimiento; y el razonamiento, o motor de inferencia. La base del conocimiento de los sistemas expertos contiene el conocimiento efectivo y heurístico.

El conocimiento efectivo es el conocimiento del dominio de la tarea que se comparte ampliamente, encontrado típicamente en libros de textos. El conocimiento heurístico es el conocimiento menos riguroso, más experimental, más crítico del funcionamiento (Mora 2007). Ver figura 3. Modelo del sistema experto.

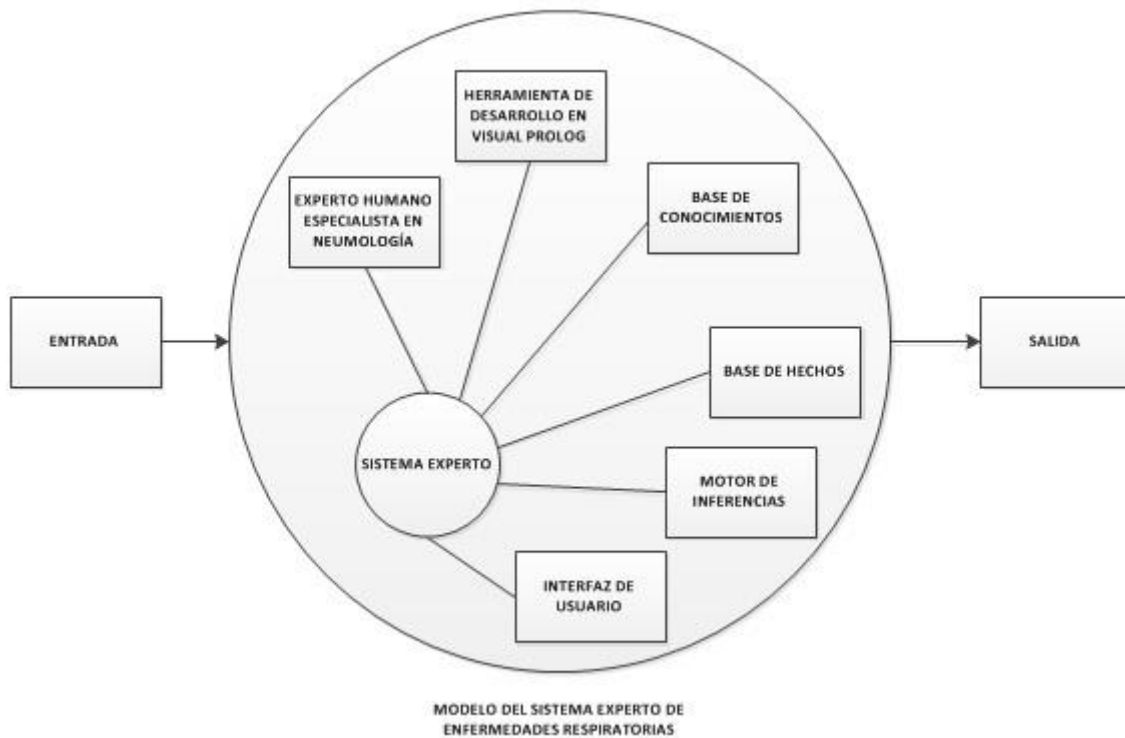


Figura 3. Modelo del sistema experto.

Base de conocimientos

Conocimiento del experto humano codificado. Contiene el conocimiento especializado extraído del experto humano. Se representa mediante fracciones de conocimiento o reglas.

La base de conocimientos es independiente del mecanismo de inferencia que se utiliza para resolver los problemas.

De tal forma cuando se quiere actualizar se pueden añadir nuevas reglas de conocimiento o bien eliminar las reglas antiguas.

Base de hechos

Memoria temporal de trabajo (dinámico). También se le conoce como base de datos, es una parte de la memoria, almacena los datos recibidos para la solución del problema. Contiene el conocimiento del caso concreto en que se trabaja. Se registran las conclusiones generadas en el proceso de inferencia.

Motor de inferencias

Combina la base de conocimientos y la base de hechos para deducir nuevos hechos para resolver problemas. Es un programa que controla el proceso de razonamiento que realiza el sistema experto. Utilizando los datos que se le suministran, recorre la base de conocimientos para encontrar la solución.

Es el encargado de administrar y controlar lógicamente el manejo y utilización del conocimiento almacenado en la base de conocimiento.

La base de conocimientos sigue los siguientes pasos: Evaluar las condiciones de todas las reglas respecto a la base de datos.

Si no se puede aplicar ninguna regla, se termina sin éxito, en caso contrario se elige una de las reglas aplicables y se ejecuta su acción. Si se llega al objetivo, se ha resuelto el problema.

Interfaz de usuarios

Comunicación entre el sistema experto y el usuario final

Resumen de resultados

Actualmente, en el mundo hay unos 64 millones de personas que sufren Enfermedades pulmonares Obstructivas Crónicas (EPOC) y al menos 3 millones de personas mueren por esta causa, así lo indica la organización Mundial de La Salud (OMS).

Las enfermedades respiratorias más comunes son: bronquitis, enfisema pulmonar, asma, neumonía, cáncer de pulmón.

Esta investigación contribuye a analizar las causas que propician enfermedades respiratorias en los municipios de Tlalnepantla, Tultitlan y Coacalco estado de México.

Conclusiones

Dentro de los nuevos desarrollos tecnológicos se realiza el diseño de un modelo de un sistema experto de apoyo para el diagnóstico clínico de enfermedades respiratorias.

Que podrá ser utilizado en lugares donde no hay médicos. Ya que en México solo hay un médico general o especialista por cada 1000 habitantes anuncio el INEGI 2014. Será una herramienta de apoyo que beneficiará a los centros de salud.

Recomendaciones

Este artículo solo presenta el diseño del modelo a partir de él se desarrollara el sistema experto.

Referencias

Banatero, C., Henry, M. y Parzys (2005). The nature of chance and probability. En G. Jones (ed.). *Exploring probability in school: challenges for teaching and learning* (pp. 16-42). Dordrecht:kluwer.

Bases de Diagnostico (2010). Población Vulnerable del estado de México 2010.

Recuperado de:

http://portal2.edomex.gob.mx/sma/cuida_medioambiente/publicaciones_sma/documentos_tecnicos/groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_base.pdf

Chávez, M. C., Casa, G., Moreira, Jorge, González, E., Bello, R., Grau, R. (2009). Uso de redes bayesianas obtenidas mediante optimización de enjambre de partículas para el diagnóstico de la hipertensión arterial. [Tecnológico]. *Dialnet, Vol. 30, No 1, 2009*(Investigación Operacional), págs. 52-60

Castillo, E., Gutiérrez, J. M., & Hadi, A. S. (1997). Sistemas expertos y modelos de redes probabilísticas. *Academia de Ingeniería*.

García, J. López, Cano, A. B. Gea and L. de la Fuente (2006). Aplicación de las redes bayesianas al modelado de las actitudes emprendedoras. pp. 235-242.

González, N. D. Duque and D. A. Ovalle (2008). Modelo del estudiante para sistemas adaptativos de educación virtual. *Revista Avances en Sistemas e Informática* 1 pp. 199-206.

López Puga and García, J (2007). Las redes bayesianas como herramientas de modelado en psicología. pp.

Organización Mundial de la salud (2014).

Recuperado de: http://www.who.int/respiratory/about_topic/es/

Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018). Gobierno de la República Mexicana.

Recuperado de: <file:///C:/Users/ALUMNO/Downloads/PND.pdf>

Samper, J. (2010). Red Científica. Recuperado de: <http://www.redcientifica.com/doc/doc199908210001.html>

Universidad Nacional de Colombia. (2014). Dirección nacional de innovación académica. Recuperado de: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060010/lecciones/Capitulo1/modelo.htm>

Aplicación de la Norma ISO 9001 en Instituciones Públicas de Educación Superior Mexicanas

Dra. Gloria Emma Hernández Guitrón¹, Dr. José Luis Arcos Vega² y Dr. Juan José Sevilla García³

Resumen— Ha sido un gran reto para las instituciones públicas de educación superior, el implementar y dar seguimiento a un sistema de gestión de la calidad (SGC) bajo la Norma ISO 9001 debido a las implicaciones que esto conlleva. Considerando que una de las aportaciones significativas de la Norma ISO 9001, el diseño de un sistema de gestión basado en los principios de gestión de la calidad, se genera una transformación radical, una nueva forma de actuar con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes o usuarios. Sobre la base de los resultados de una investigación no experimental cuantitativa descriptiva a través de la encuesta, este ejercicio tiene como propósito el conocer si la implementación y certificación de un SGC se utiliza como una herramienta valiosa para el logro de la mejora de la calidad en la educación superior, o si solo se utiliza para cumplir con el requisito de una política pública.

Palabras clave— gestión, calidad, evaluación, universidad pública.

Introducción

La sociedad demanda respuestas innovadoras para enfrentar y resolver retos añejos; los límites de los modelos adoptados hasta el momento, tanto de desarrollo como educativos, presionan para que las instituciones de educación superior se conviertan en centros que participen activamente en el logro de los cambios cualitativos que se exigen en este momento. Como consecuencia del proceso de globalización, la relevancia adquirida por el concepto de calidad en la educación en las últimas décadas, se basa en dar una respuesta adecuada a la necesidad de conocimiento que se atiende, ese producto valioso en la Nueva Economía (Abreu, 2013); sin embargo, debido a las múltiples facetas que presenta la naturaleza del concepto, no se ha llegado a un consenso, son diversos los enfoques, significados y acepciones (De la Orden, 1997; Reimers, 2005 y Senlle, 2005); por otra parte, los recursos que se invierten en la educación son de tal importancia que, necesariamente, se requiere de una evaluación y análisis de su correcta aplicación y de su impacto en la sociedad, en la cual la calidad de la educación tendrá efectos positivos. Ante el aumento de la demanda por obtener educación superior y ante las cambiantes condiciones en el ámbito laboral, se ha hecho necesario que las instituciones educativas demuestren ante la sociedad que realizan una exitosa, eficaz, eficiente y redituable labor. Hoy en día, ante el surgimiento de la sociedad del conocimiento, no se transige una economía cuya base sea el desperdicio, el retraso, los servicios deficientes, las falsas promesas o los presupuestos inadecuados o no sustentados en la realidad (UNESCO, 2005 y 2015).

El sistema de educación superior en México, desde finales del siglo XX presenta varios problemas que afectan la calidad de este nivel educativo; es evidente que ha sido causa de notorias deficiencias la expansión misma del sistema que, aunada a la insuficiencia de recursos, ha generado grandes desafíos a la calidad haciendo énfasis en las instituciones públicas de educación superior (IPES). Los problemas detectados más relevantes son: la rigidez en los programas educativos, baja eficiencia terminal, falta de integración de las actividades de difusión con la docencia y la investigación, insuficiente producción de conocimiento, debilidad en los programas de posgrado, deficiente participación de la sociedad en el desarrollo de la educación superior y consolidación insuficiente del sistema de evaluación y acreditación entre otros, problemática que aún persiste (Aréchiga, 2003). Se reconoce también, que la estructura actual de las universidades en México no se encuentra en las condiciones deseadas para enfrentar los desafíos y competir por un posicionamiento en los nuevos mercados del conocimiento, como menciona Ibarra (2009), sin embargo, las diversas formas de gobierno y administración en una IPES, se encuentra en su capacidad para conducir operativamente un proyecto institucional que oriente acciones y conductas que impacten a la sociedad, generando el efecto deseado de solucionar problemas y satisfacer necesidades, influyendo en el estilo de vida tanto de individuos como de comunidades; por lo anterior, empieza a ser considerada por la mayoría una opción como la forma apropiada de gobierno de las IPES, siendo aquella donde se incluye la gestión de la calidad, partiendo de la operación de procesos tales como el cambio organizacional (reingeniería y destrucción creativa entre otros),

¹ Analista Especializado en el Campus Mexicali de la Universidad Autónoma de Baja California, México
hernandez.gloria@uabc.edu.mx (autor corresponsal)

² Profesor Investigador en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, México
arcos@uabc.edu.mx

³ Profesor Investigador en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, México
jsevilla@uabc.edu.mx

financiamiento, relación con el entorno y la evaluación, características del modelo que Clark (2000) denomina la universidad emprendedora; Ibarra (2003) manifiesta que este modelo refuerza esa autonomía práctica que ubica a las IPES como ejecutoras de programas que responden esencialmente a demandas externas.

Sobre la base de los problemas detectados y siguiendo los lineamientos establecidos por la Secretaría de Educación Pública, se generó el Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI), como estrategia para coadyuvar al logro de los objetivos de los planes de desarrollo, impulsar la mejora continua y el aseguramiento de la calidad de los programas educativos y los servicios de las instituciones educativas; a través de este programa, las instituciones reciben recursos en respuesta a las prioridades que derivan de un ejercicio de planeación estratégica participativa. Los procesos de evaluación y seguimiento del PIFI, que hoy en día forma parte del Programa de Fortalecimiento de la Calidad en Instituciones Educativas (PROFOCIE), han sido factor clave para la mejora de la calidad en las instituciones de educación superior; estos procesos de evaluación y seguimiento se enfocan en el impacto del fortalecimiento institucional sobre el proceso de planeación estratégica participativa y en el impacto del fortalecimiento de las dependencias de educación superior desarrollados dentro del marco del PIFI. En las IPES, las principales actividades realizadas en relación a la gestión de la calidad, son la acreditación de programas educativos y la certificación de procesos de gestión y administración; la acreditación de los programas educativos se refiere al reconocimiento público de su calidad, con base en indicadores establecidos por organismos acreditadores que cuentan con el aval de instancias gubernamentales; la certificación de procesos de gestión y administración se refiere a la implementación y certificación de Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) bajo la Norma ISO 9001 (GEUM, 2007; SEP, 2005 y 2015).

La necesidad de uniformizar y simplificar procedimientos y regulaciones debido al proceso de globalización, la serie de normas ISO 9000 de la *International Organization for Standardization* (ISO) surge a raíz de la necesidad de unificar criterios acerca de los requerimientos de los sistemas de gestión de la calidad en las organizaciones o empresas, además de ser una vía de reducir costos y mejorar los procesos de producción, tomando en cuenta que la calidad es un factor clave para la competitividad en cualquier mercado. Lo que usualmente se conoce como ISO 9000 no es una sola norma, sino un conjunto de ellas, una familia de estándares de aplicación y uso general que garantizan características deseables de productos y servicios tales como calidad, medio ambiente, seguridad, fiabilidad, eficiencia y capacidad de intercambio a un conveniente costo económico; surge a raíz de la necesidad de unificar criterios acerca de los requerimientos de los SGC, además de ser una vía de reducir costos y mejorar los procesos de producción, tomando en cuenta que la calidad es un factor clave para la competitividad en cualquier mercado (ISO, 2005 y 2008).

La primera edición de la norma ISO 9001 se publicó en el año 1987, desde entonces los requisitos y características para un sistema de gestión de la calidad que define esta norma, han evolucionado mediante revisiones que ocurren en períodos no mayores de ocho años, siendo la primera en 1994, quedando los requisitos prácticamente sin cambios, se añadieron algunos elementos para facilitar su aplicación y para evitar ambigüedades se agregaron algunos párrafos; en el 2000 se lleva a cabo la segunda modificación, se trató de un cambio profundo en cuanto al contenido y el enfoque, en esta revisión se consolidó una sola norma a efectos de certificación, la ISO 9001, hasta entonces, para la certificación se utilizaban tres normas, ISO 9001, ISO 9002 o ISO 9003, en función de las características del sistema de calidad a certificar; en el 2008 se realizó una revisión enfocada fundamentalmente en aclarar la aplicación de algunos requisitos y facilitar su aplicación manteniendo la estructura inicial, los apartados y los requisitos de la versión anterior, además se contempló el mejorar su compatibilidad con otras normas de la familia ISO 9000, tales como la ISO 14001 de gestión ambiental. Actualmente la norma ISO 9001 se encuentra en proceso de revisión, con el fin de producir un proyecto final que será presentado a votación para su futura publicación a finales del 2015, entre los cambios propuestos: una mejor redacción para hacerla más general y entendible a empresas de servicios y hacer explícito el enfoque basado en procesos (AENOR, 2015 e ISO, 2015).

Una de las aportaciones significativas de la Norma ISO 9001, es el diseño de un sistema basado en ocho principios de gestión de la calidad, con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño: 1. Enfoque al cliente o usuario, 2. Liderazgo, 3. Involucrar al personal, 4. Enfoque basado en procesos, 5. Administración con enfoque de sistemas, 6. Mejora continua, 7. Toma de decisiones basada en hechos y 8. Beneficio mutuo en la relación con proveedores; la Norma ISO 9001 es sin duda una plataforma elemental para crear un SGC que se convierta en la directriz de una nueva práctica administrativa (ISO, 2005).

La Norma ISO 9001 considera otra aportación significativa, promueve la adopción de un enfoque basado en procesos, para desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de los SGC aplicando el concepto *Planificar, Hacer, Verificar y Actuar*, el ciclo de la mejora continua. Las IPES, atendiendo los lineamientos del PIFI, periódicamente

generan Planes de Desarrollo en los que se incluye la gestión de la calidad como una de sus políticas institucionales, hacen al desarrollar e implementar SGC en sus unidades académicas y administrativas, utilizándolos como una herramienta en la búsqueda permanente de la calidad; como en todo proceso de mejora continua, al aplicar instrumentos de evaluación nos proporciona una forma de verificar y, en su momento, actuar (*ISO, 2008*).

Planteamiento del problema. Esta investigación comprende una evaluación a los SGC implementados en IPES, que tiene como objetivo general el conocer si la implementación y certificación de un SGC bajo la Norma ISO 9001:2008 en una IPES, se utiliza como una herramienta valiosa para el logro de la mejora de la calidad en la educación superior, o si solo se utiliza para cumplir con el requisito de una política pública; según las hipótesis que se mencionan a continuación, el ejercicio sirve de apoyo para determinar si con el hecho de implementar y mantener estos sistemas:

- **H1:** En las IPES se promueve el desarrollo de una cultura de la calidad con la implementación de SGC a través de un liderazgo comprometido.
- **H2:** En los SGC implementados en las IPES se aplica un enfoque basado en procesos.
- **H3:** Los requisitos de los productos o servicios que se ofrecen en las IPES se determinan aplicando un enfoque al cliente - usuario.

A partir de los resultados obtenidos, se lograron los elementos necesarios para obtener un panorama general del desempeño de los SGC implementados en las IPES en el contexto nacional; se plantean recomendaciones así como observaciones que pudieran generar oportunidades de mejora a los sistemas, adecuar o reorientar las acciones dirigidas hacia la gestión de la calidad en las IPES y cómo proceder en cuanto a generar e impartir conocimiento con calidad, en la docencia, la investigación y el servicio, completando así el círculo de la mejora continua (*ISO, 2008*).

Descripción del Método

El estudio se realizó mediante una investigación no experimental cuantitativa descriptiva, a través de la encuesta; con el fin de obtener una muestra del contexto nacional y siendo la unidad de análisis los SGC implementados en las IPES, la persona idónea para proporcionar la información relativa es el coordinador o el *Representante de la Dirección (RD)* del sistema, de conformidad con la Norma ISO 9001:2008. Según la información obtenida del portal de la Subsecretaría de Educación Superior (SES) de la Secretaría de Educación Pública, en enero de 2012 se detectó que el país cuenta con 44 universidades públicas estatales, además, se eligió incluir en el estudio a dos universidades públicas del Distrito Federal (*Hernández, 2006 e ISO, 2008*).

Se utilizó el cuestionario aplicado en 2007-2 a los SGC de la Universidad Autónoma de Baja California (*Arcos, 2009*); sin modificar el número de reactivos, se adaptó la redacción considerando su aplicación a diversas IPES. Para obtener los datos de forma objetiva, su aplicación fue auto administrado entregándose vía electrónica; para el retorno del cuestionario con la información solicitada, se indicó utilizar el mismo medio; en el encabezado del cuestionario se indica, además del objetivo de la investigación, la instrucción de llenar un cuestionario por cada SGC implementado bajo la Norma ISO 9001.

Partiendo de los enlaces indicados en el portal de la SES, se estableció contacto inicial para obtener información sobre las dependencias encargadas de la gestión de la calidad, sus directivos, el coordinador y/o el correspondiente RD de los SGC, con la finalidad de entregar vía electrónica el cuestionario a la persona idónea de cada institución; se utilizó además, la página de transparencia, correo electrónico y vía telefónica entre otros. La información se obtuvo durante el período de febrero a octubre del año 2012; de las 46 instituciones, se logró la respuesta de 22 IPES que proporcionaron datos de **25 SGC implementados**.

Se determinó la confiabilidad del instrumento de medición mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.789. En virtud de que para este estudio se pueden establecer las relaciones entre variables, se aplicaron pruebas no paramétricas, algunas trabajan con muestras pequeñas; dado que la muestra es de 25 casos, se elige la prueba H de Kruskal-Wallis, ésta no asume normalidad en los datos, en oposición al tradicional ANOVA; si asume, bajo la hipótesis nula, que los datos vienen de la misma distribución; esta prueba se utiliza cuando se tiene una variable independiente con dos o más niveles y una variable dependiente ordinal y aplica para muestras pequeñas; el software existente sólo proporciona probabilidades exactas para tamaños de muestra menores de 30 casos, se considera que es la versión no paramétrica de ANOVA y una forma generalizada del método de ensayo de Mann-Whitney, ya que permite dos o más grupos; se utiliza para probar la hipótesis nula H_0 de que k muestras independientes son de poblaciones idénticas, estableciendo un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ (*Hernández 2006 y Siegel, 1988*).

Resultados

Se presentan los resultados de la estadística inferencial de acuerdo con las hipótesis de trabajo; se obtuvieron las variables de agrupación para contrastar con las variables relativas correspondientes a cada hipótesis; al correr el SPSS se obtiene el valor Chi-cuadrado (Kruskal-Wallis H), los grados de libertad y el nivel de significancia (p-valor), estableciendo la región de rechazo de la hipótesis nula si el valor de significancia es menor o igual de 0.05, siendo p-valor una cantidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula (Siegel, 1988).

Planteamiento de la Hipótesis H1, ver resultados en Tabla 1:

H1o: En las IPES no se promueve el desarrollo de una cultura de la calidad con la implementación de SGC a través de un liderazgo comprometido.

H1a: En las IPES se promueve el desarrollo de una cultura de la calidad con la implementación de SGC a través de un liderazgo comprometido.

Conclusión: Al encontrar que el valor de significancia es menor a 0.05, existe suficiente evidencia para concluir que en las IPES se promueve el desarrollo de una cultura de la calidad con la implementación de SGC a través de un liderazgo comprometido.

Tabla 1. Hipótesis H1, resultados.

Rangos				
			N	Rango promedio <i>Actividades para el desarrollo de una cultura de la calidad</i>
<i>Implementación de estructura administrativa para la gestión de la calidad</i>	dimensión	1	16	10.25
		2	4	14.75
		3	5	20.40
		Total	25	
Estadísticos de contraste a, b				
		<i>Actividades para el desarrollo de una cultura de la calidad</i>		
Chi-cuadrado	7.698			
gl	2			
Significancia asintótica	0.021			
a. Prueba de Kruskal-Wallis				
b. Variable de agrupación: <i>Implementación de estructura administrativa para la gestión de la calidad</i>				

Fuente: SPSS, Autor.

Planteamiento de la Hipótesis H2, ver resultados en Tabla 2:

H2o: En los SGC implementados en las IPES no se aplica un enfoque basado en procesos.

H2a: En los SGC implementados en las IPES se aplica un enfoque basado en procesos.

Conclusión: Al encontrar que el valor de significancia es mayor a 0.05, existe suficiente evidencia para concluir que en los SGC implementados en las IPES no se aplica un enfoque basado en procesos.

Tabla 2. Hipótesis H2, resultados.

Rangos				
			N	Rango promedio <i>Definición de procesos del SGC</i>
<i>Proceso de Implementación /Indicadores del SGC</i>	dimensión	1	15	11.80
		2	9	15.61
		3	1	7.50
		Total	25	
Estadísticos de contraste a, b				
		<i>Definición de procesos del SGC</i>		
Chi-cuadrado	2.580			
gl	2			
Significancia asintótica	0.275			
a. Prueba de Kruskal-Wallis				
b. Variable de agrupación: <i>Proceso de Implementación /Indicadores del SGC</i>				

Fuente: SPSS, Autor.

Planteamiento de la Hipótesis H3, ver resultados en Tabla 3:

H3o: Los requisitos de los productos o servicios que se ofrecen en las IPES no se determinan aplicando un enfoque al cliente - usuario.

H3a: Los requisitos de los productos o servicios que se ofrecen en las IPES se determinan aplicando un enfoque al cliente o usuario.

Conclusión: Al encontrar que el valor de significancia es mayor a 0.05, existe suficiente evidencia para concluir que los requisitos de los productos o servicios que se ofrecen en las IPES no se determinan aplicando un enfoque al cliente o usuario.

Tabla 3. Hipótesis H3, resultados.

Rangos				
			N	Rango promedio <i>Actividades para establecer comunicación con el cliente o usuario</i>
<i>Formación /capacitación para la gestión de las relaciones con el cliente o usuario</i>	dimensión	1	6	10.92
		2	10	10.55
		3	3	19.17
		4	6	16.08
		Total	25	
Estadísticos de contraste a, b				
		<i>Actividades para establecer comunicación con el cliente o usuario</i>		
Chi-cuadrado				4.856
gl				3
Significancia asintótica				0.183
a. Prueba de Kruskal-Wallis				
b. Variable de agrupación: <i>Formación /capacitación para la gestión de las relaciones con el cliente o usuario</i>				

Fuente: SPSS, Autor.

Conclusiones

En la diversidad reside la riqueza potencial para adaptarse a un mundo globalizado que cambia constantemente; continuamente los investigadores, docentes y administrativos procuran implementar procesos, técnicas educativas y herramientas que requieran de una metodología clara y precisa que permita establecer las bases para propiciar un cambio que sea el resultado de una construcción científica válida para beneficio propio y de la comunidad. La implementación y certificación de SGC bajo la Norma ISO 9001 en las IPES constituye un gran reto, implica la adopción de una nueva filosofía y un profundo cambio en la cultura laboral, requiere de una transformación radical en la cultura social y una nueva manera de hacer las cosas para satisfacer las necesidades de los usuarios de bienes y servicios, con el fin de lograr ese valioso producto en la nueva economía: el conocimiento.

La aportación de la investigación, en relación a la implementación de SGC bajo la Norma ISO 9001 en las IPES, permite manifestar lo siguiente:

- El ejercicio de un liderazgo comprometido por parte de los directivos en cuanto a su responsabilidad de generar y promover una cultura hacia la gestión de la calidad, es fundamental en el proceso del cambio organizacional que significa el desarrollo de una cultura de la calidad en una institución; sobre la base de las evidencias detectadas, se observa que en las IPES se promueve el desarrollo de una cultura de la calidad con la implementación de SGC bajo la Norma ISO 9001.
- En los SGC de las IPES se detecta una falta de procesos relativos a las actividades académicas; si bien existen otras formas aceptadas de valorar la calidad de estas actividades, mediante los procesos de acreditación de programas educativos, los distintos índices de impacto científico de la investigación y la capacidad de transferencia de tecnología a los sectores productivos y social entre otros, sin embargo, las evidencias indican que no se aplica un enfoque basado en procesos, por ende, no se propicia la mejora continua en la educación superior.
- El conocimiento sobre las percepciones, actitudes y expectativas de los clientes o usuarios en relación con las actividades de una IPES, proporciona más oportunidades de tomar mejores decisiones, sin embargo, las evidencias indican que no se establece una comunicación para beneficio mutuo al detectarse la no aplicación de un enfoque al cliente o usuario.

De acuerdo con los lineamientos del PIFI, para el logro de mejores niveles de calidad en los programas educativos y servicios que ofrecen las IPES, se implementan, certifican y se da seguimiento a SGC bajo la Norma ISO 9001 para la mejora de la calidad en la educación superior, sin embargo, los resultados del estudio muestran evidencia de que estos sistemas se utilizan para cumplir con el requisito de una política pública, no como una herramienta valiosa para la mejora de la calidad en la educación superior; si bien se encuentran diversos procesos administrativos dentro de los alcances de los SGC, la casi total ausencia de procesos académicos, tales como los procesos de acreditación de programas educativos por el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior y su aplicación, la mejora de la calidad y permanencia de los programas educativos de posgrado que lograron su ingreso al Programa Nacional de Posgrados de Calidad entre otros, las IPES desaprovechan las ventajas y beneficios que ofrece un SGC certificado bajo la Norma ISO 9001. Con la publicación de la Norma ISO 9001: 2015, en el proceso de transición, se presentarán oportunidades para redefinir criterios, fijar responsabilidades y determinar acciones que garanticen el avance hacia un proceso de mejoramiento continuo, congruente y pertinente para el logro de los objetivos establecidos por las IPES, detectando oportunidades de mejora para los propios SGC, completando así el círculo virtuoso de la mejora continua.

Referencias bibliográficas

- Abreu, J.P. (2013). *Las conceptualizaciones sobre la globalización a escala planetaria (I)*. Caracas, Venezuela. Recuperado el día 29 de enero de 2013, disponible en <http://www.aporrea.org/ideologia/a74271.html>
- Asociación Española de Normalización y Certificación (2015). Actualidad: ISO/DIS 9001: 2015. Disponible en <http://www.aenor.es/aenor/actualidad/actualidad/noticias.asp?campo=1&codigo=32938#.VdN127JVhBd>
- Arcos, J., Hernández, G. y Alcántar V. (2009). *La certificación de los sistemas de gestión de la calidad con la norma ISO 9001:2000 en la universidad pública*. México, Universidad Autónoma de Baja California.
- Aréchiga, H. y De Thierry, R. (2003). *Antecedentes, situación actual y perspectivas de la evaluación y acreditación de la educación superior en México, IESALC-UNESCO*. México, Consejo para la Acreditación de la Educación Superior.
- Clark, B. R. (2000). *Creando Universidades Innovadoras: Estrategias organizacionales para la transformación*. México, Coordinación de Humanidades UNAM.
- De la Orden, A. et al. (1997). *Desarrollo y validación de un modelo de calidad universitaria como base para su evaluación*. Revista RELIEVE, (3), publicado en línea. Recuperado el 5 de marzo de 2007, disponible en http://www.uv.es/RELIEVE/v3n1/RELIEVEv3n1_2.htm
- Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Presidencia de la República, Lic. Felipe Calderón Hinojosa*. México, Autor.
- Hernández, R. et al. (2006). *Metodología de la Investigación, 4a edición*. México, Mc Graw Hill.
- Ibarra, E. (2003). *Efectos institucionales de las políticas de modernización universitaria en México: autonomía, gobernabilidad y nuevas formas de organización*. Revista de Investigación Educativa, Estudios del Desarrollo, en línea. Año 1, Nº 1, Abril 2003, pp. 59-85, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. Disponible en http://estudiosdeldesarrollo.net/coleccion_america_latina/hacia_una_politica_de_edo/Hacia8.pdf
- (2009). *Exigencias de Organización y Gestión de las Universidades Públicas Mexicanas: De su Pasado Político a sus mercados Presentes*, en Cazés, Ibarra y Porter *Las Universidades Públicas Mexicanas en el año 2030: examinando presentes, imaginando futuros*. México, CEIICH-UNAM /UAM-Cuajimalpa.
- International Organization for Standardization – ISO (2005). *Norma Internacional Traducción Oficial, Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario*. Suiza, Secretaría Central de ISO.
- (2008). *Norma Internacional Traducción Oficial, Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos*. Suiza, Secretaría Central de ISO.
- (2015). *ISO 9001 Quality Management Systems, Revision*. Suiza, Secretaría Central de ISO. Disponible en http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso_9000/iso9001_revision.htm
- Reimers, F. y Villegas-Reimers, E. (2005). *Sobre la calidad de la educación y su sentido democrático*. Revista Prelac, Educación para Todos. En línea, Volumen No. 2, Julio 2005, pp. 90-107. Disponible en http://www.oei.es/valores2/prelac_2_reimers.pdf
- Secretaría de Educación Pública, (2005). *Programa Integral de Fortalecimiento Institucional 2001-2006 de La ENBA, Versión 3.1, Proyecto: Sistema de Gestión de la Calidad*. México, Autor.
- (2015). *Programa de Fortalecimiento de la Calidad en Instituciones Educativas*. México, Secretaría de Educación Pública. Disponible en <http://pifi.sep.gob.mx/>
- Senlle, A. y Gutiérrez, N. (2005). *Calidad en los Servicios Educativos*. España, Ediciones Díaz de Santos.
- Siegel, S. y Castellan, N.J. (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences (Segunda ed.)*. Estados Unidos de América, McGraw-Hill.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2005). *Hacia las Sociedades del Conocimiento*. Francia, Ediciones UNESCO.
- (2015). *Education for All 2000-2015: achievements and challenge*. Francia, Ediciones UNESCO. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002325/232565e.pdf>

Propuesta de una metodología para la de alianza estratégica para mipymes de la industria textil en la zona de Celaya, Guanajuato

Mtra. Sandra Hernández Hernández¹, Dra. Patricia Galván Morales²,
Dr. José Antonio Vázquez López³

Resumen— Se propone una metodología que, basada en los conceptos de la planeación estratégica como cimiento fundamental, promueva la creación de una alianza comercial que fortalezca a las medianas, pequeñas y micro empresas del sector textil y que se implemente en la zona comercial de Celaya Guanajuato. La metodología tiene el propósito de mejorar los procesos de comercialización y manufactura que permitan a todo el recurso humano que trabaje en total sincronización para lograr los objetivos de competitividad, utilizando los recursos materiales, tecnológicos y de innovación que las grandes empresas tienen, para aplicarlos en la medida y capacidad que estén al alcance de las pequeñas y medianas empresas.

Palabras clave — Competitividad, alianza estratégica.

Introducción

La competitividad es la capacidad de una entidad para atraer y retener talento e inversión (IMCO, 2012).

Partiendo del fundamento de que la competitividad no puede ni debe ser impuesta, sino precisar de la participación comprometida de todos los protagonistas, en donde las autoridades, empresarios, académicos, profesionistas, investigadores e intelectuales, tienen la responsabilidad social de organizar equitativamente los factores de la producción, con base en el hombre; origen, razón y finalidad de los procesos sociales (Fleitman, 2010).

El presente artículo presenta una propuesta de metodología de alianza o alianzas estratégicas fundamentadas en la planeación estratégica que aplique a las MiPyME de la industria textil con la visión de crear fortalezas para la competitividad internacional. Se hace con base en una empresa dedicada a la comercialización y manufactura textil ubicada en Celaya, Guanajuato.

Descripción de la empresa.

En una empresa de diseño y manufactura textil que comercializa uniformes industriales y escolares, se fortalece con una parte asociada de manufactura no fija, bajo el esquema de subcontratación. Destina cantidades de maquila bajo ciertos perfiles a diversos talleres en zonas aledañas a la Ciudad de Celaya con el fin de atender la demanda de dicho producto. La empresa no es detallista; la atención a los clientes es a nivel nacional y se atienden pedidos de mayoreo en su totalidad, visto como un sistema.

De la comercialización y manufactura.

La investigación es en la zona del bajío, con una revisión de las condiciones del trabajo textil de la producción de uniformes industriales y escolares para un conjunto de empresas que requieren de dichos productos de mayoreo y sin punto de venta.

La manufactura de los productos se hace mediante el siguiente procedimiento general:

1. El cliente solicita tipo, modelo, tallas y forma de envío a la gerencia de manufactura que a su vez hace la labor comercializadora.
2. La gerencia de la empresa textil acepta la solicitud y pedido y evalúa las condiciones de producción y acuerda con el cliente fechas de entrega y pago.
3. La gerencia de la empresa textil hace la compra de los insumos para la producción de los pedidos.
4. La gerencia analiza la producción existente y asigna los pedidos a los talleres para su maquilado, basándose en los tiempos de entrega del producto.
5. La gerencia distribuye los insumos (corte, pespunte y detallado) a los talleres correspondientes y sub-

¹ La Mtra. Sandra Hernández Hernández es candidata a Doctor en Alta Dirección de UNITESBA de Celaya, Guanajuato, México doubleh@hotmail.com (autor corresponsal)

² La Dra. Patricia Galván Morales es Docente y Jefe de Laboratorios de Cómputo del Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Celaya. patricia.galvan@itcelaya.edu.mx

³ El Dr. José Antonio Vázquez López es Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, México antonio.vazquez@itcelaya.edu.mx

contratados para las actividades pactadas.

6. La gerencia recoge el producto terminado y se dispone a empacar dicho producto para la entrega.
7. La gerencia envía el producto terminado al cliente mediante el proceso de entrega pactado.

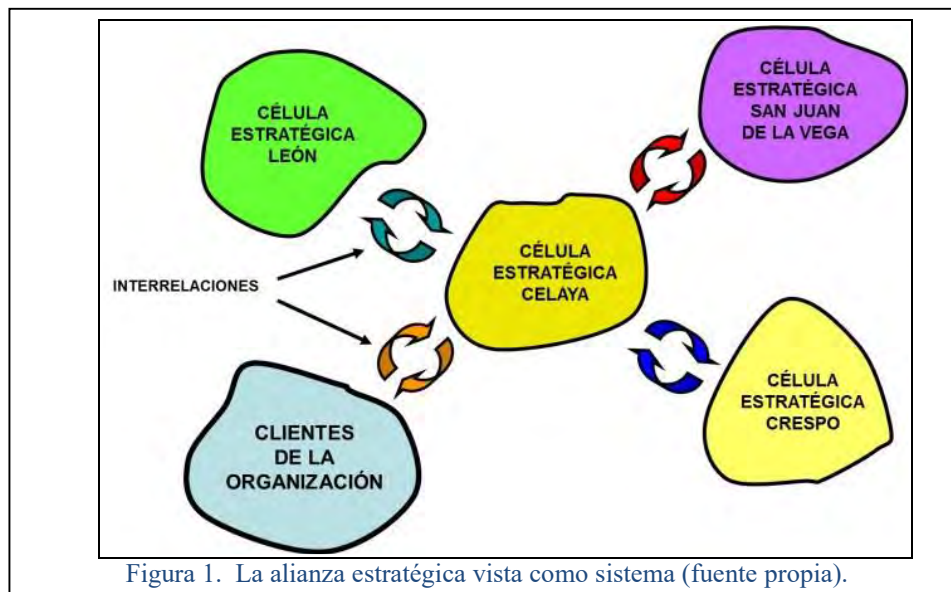
De lo anterior se destaca que, en primer lugar uno de los principales factores que fortalece la empresa textil con el cliente es el tiempo de entrega debido a que toda la producción se hace contra pedido, en segundo lugar, la maquila no se hace en un sitio exclusivo sino que, a través de los talleres particulares (denominadas células), se hace el pago mediante un convenio con la Gerencia de la empresa textil a través del pago por destajo principalmente, en conclusión: no hay almacén de producto terminado en espera de venta sino que hay producto terminado en espera de transporte, no existen turnos de trabajo ni la necesidad de obligar al trabajador a horarios fijos.

La empresa textil atiende a clientes a nivel nacional, tiene sus oficinas en la Ciudad de Celaya, Guanajuato, lo que le permite tener comunicación vía terrestre con las principales ciudades que proveen la materia prima tal como León, Moreleón, Querétaro y otras, tanto para la compra de pieles, telas y accesorios propios de la producción de los uniformes. Las oficinas centrales también están localizadas cerca de las poblaciones donde se encuentran los trabajadores subcontratados para la producción, se aprovecha la sub-contratación para crear células de trabajo en diversas poblaciones si no rurales si denominadas pequeñas ciudades.

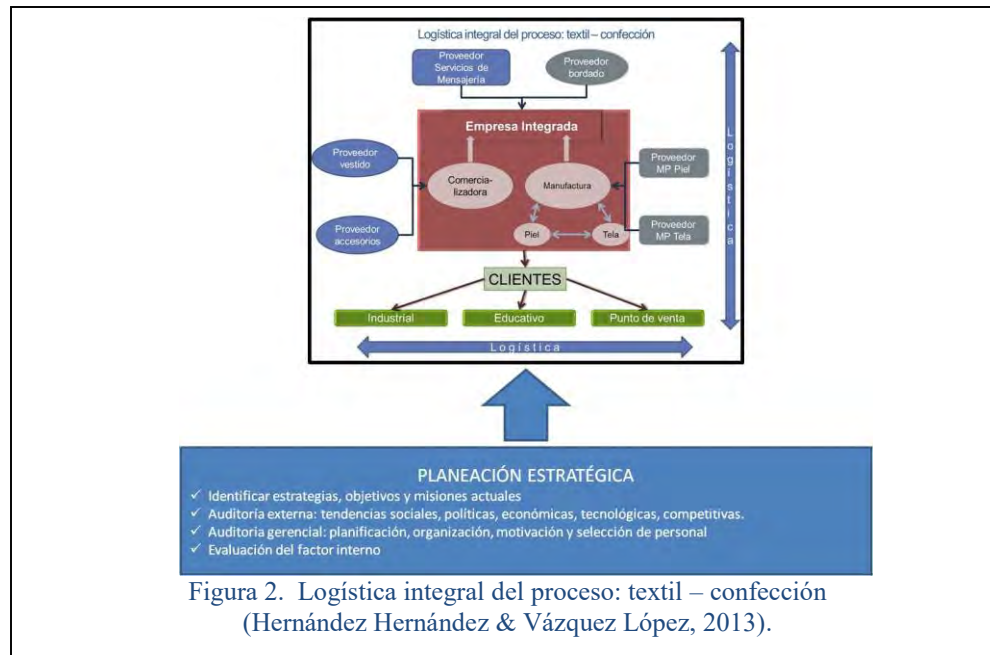
La empresa textil hace llegar los materiales correspondientes para la producción a los trabajadores subcontratados y así mismo, recoge los productos terminados en los tiempos que se pacten para la entrega al cliente.

La empresa de transporte se hace responsable del producto final desde su salida de las oficinas de la empresa hasta el cliente final, la entrega se hace oficial en ese momento.

Es posible considerar al conjunto de participantes de la alianza estratégica vista como sistema, de donde se identifican varios niveles (ver figura 1) de donde el más cercano es el de los clientes de la organización, en este caso, de la alianza estratégica planteada.



En la figura 2 se muestra un esquema conceptual de la logística de la empresa que permite observar de manera general a los actores principales; además se presentan dos divisiones del sector textil que, por separado cada una representa un aporte comercial y manufacturero respectivamente, pero integradas representan una fuerza como socios comerciales y un gran soporte para el cliente final. Es importante señalar que ambos socios comparten en gran medida los servicios de mensajería y bordados para cualquier división. Por otro lado, el conjunto de proveedores tanto para la comercialización como para la manufactura son importantes para determinar el conjunto de productos que los clientes requieren.



La idea radica en que las empresas que conformen la alianza puedan, en primer lugar, seguir en el mercado y, posteriormente, satisfacer las demandas sin perder a clientes potenciales y/o parciales de sus líneas de productos con la mejor calidad y alta competitividad.

Metodología del proceso

La metodología del proceso propuesta está representada en la figura 3, dicha metodología permite establecer dos fases generales: la formulación y la implementación. Cada una de las fases representa el conjunto de acciones que permitirán llevar a cabo la propuesta de la metodología (ver Figura 3).

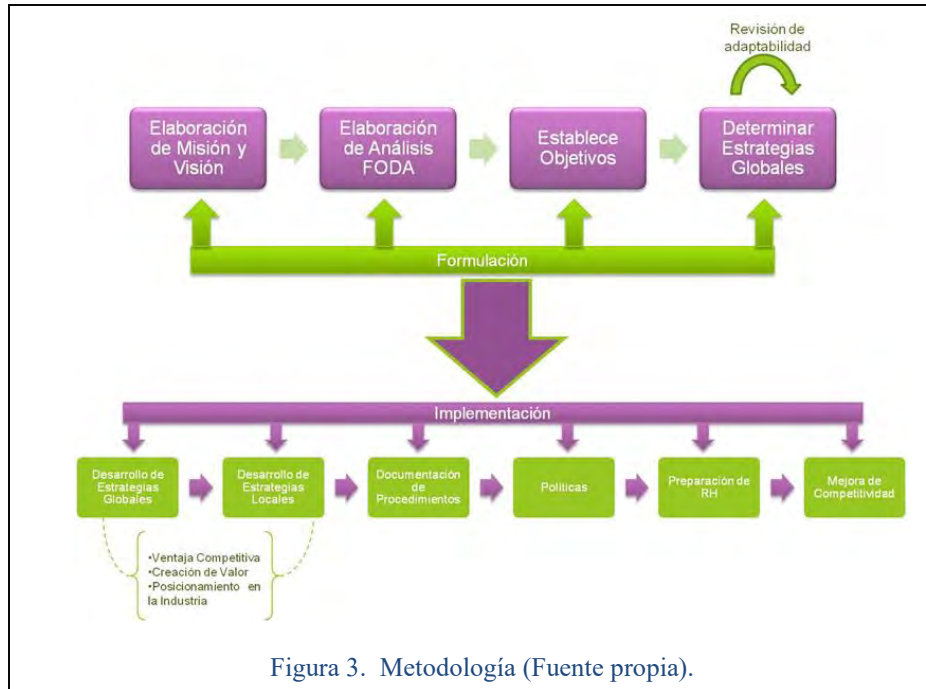
Formulación. La formulación nos permitirá establecer las bases fundamentales de la creación del modelo. Consta de las siguientes acciones:

- Elaboración de la misión y visión.
- Elaboración de análisis FODA.
- Establecimiento de objetivos.
- Determinación de las estrategias globales.

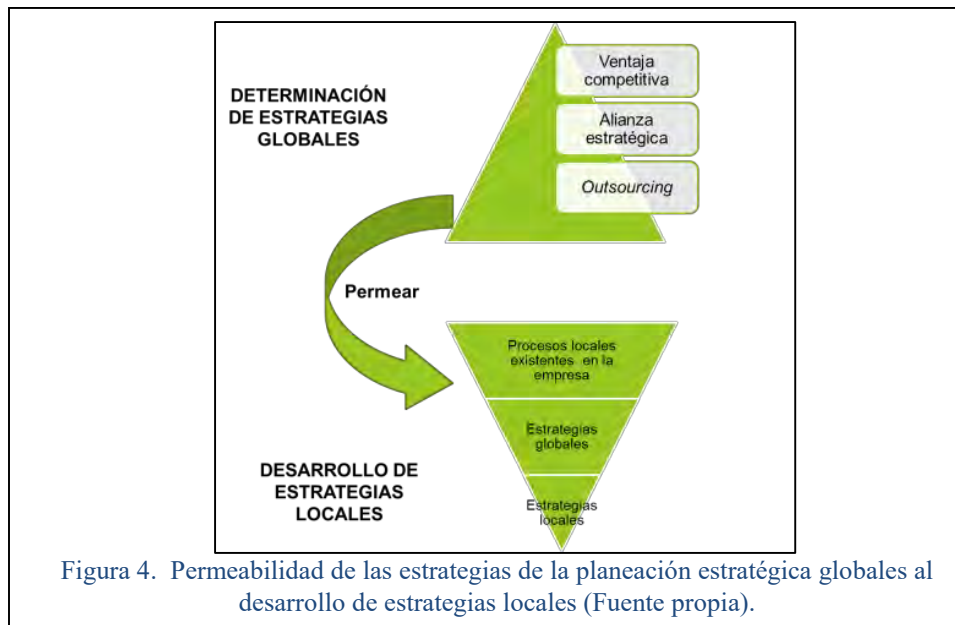
Implementación. La implementación nos permitirá establecer las acciones a seguir para llevar a cabo el modelo. Consta de las siguientes acciones:

- Desarrollo de Estrategias Globales
- Desarrollo de Estrategias Locales
- Documentación de Procedimientos
- Políticas
- Preparación de RH
- Mejora de Competitividad

Para que la metodología general indicada en la figura 3 pueda aplicarse en las MiPyME, se debe hacer un esfuerzo de permear las estrategias globales que se establecen en la industria textil a nivel internacional para que puedan ser enfocadas en estrategias locales que permitan a las MiPyME focalizar sus esfuerzos en mantener la calidad que el cliente necesite.



En la figura 4 se observan tres primitivas importantes en la planeación estratégica y son: la ventaja competitiva, la creación de valor y el posicionamiento en la industria. Éstas habilidades sobresalen, de entre algunas otras acciones de desarrollo de estrategias porque son los pilares estratégicos (valga la redundancia) sobre los cuales permearemos desde el punto de vista global e internacional al desarrollo de estrategias locales que permitan la oportunidad de la aplicación del modelo (ver figura 4).



Desarrollo de estrategias

De la empresa.

Toda empresa debiera plantearse el siguiente cuestionamiento ¿por qué algunas empresas tienen un mejor desempeño que otras? Tal que le permita establecer un parámetro de referencia para saber si la empresa propia es competitiva o no. La empresa vista como una institución debe considerarse socialmente capaz de crearse y re-crearse de acuerdo a los cambios ambientales que no tiene poder de cambiar para así, adaptar la estructura y cultura organizacional.

Es importante señalar que, por una parte la homogeneidad implica el concepto de isomorfismo (DiMaggio & Powell, 1983) donde Martínez (2006) puntualiza que “Las organizaciones compiten no solo por recursos y clientes, sino por poder político y legitimación, por propiedad tanto social como económica.”

Considerando al isomorfismo como una cualidad biunívoca entre dos estructuras se propone crear conciencia de que no somos únicos en cualquier industria que se trate.

Por otra parte, Powell et. al (1991) señalan múltiples tipos de restricciones de recursos y selección, representados en órdenes de organización diferentes -cómo en la dependencia respecto de los recursos y las ideas ecológicas-. Los lazos de interacción pueden ser redes que vinculan unidades heterogéneas (por ejemplo, empresas con individuos o Estados, así como con otras empresas).

Por lo que los complejos recursos del ambiente crean heterogeneidad y permiten la posibilidad de que las organizaciones respondan estratégicamente a las demandas externas. Entre los factores que promueven la heterogeneidad se puede señalar: la gran diversidad profesional y ocupacional, los requerimientos gubernamentales no son siempre recibidos por las organizaciones como una coerción directa.

Por lo anterior se muestra que la heterogeneidad y la homogeneidad no son excluyentes, más bien coexisten. Para la empresa textil se puede apuntalar que, la concurrencia de empresas que a pesar de contar con similitudes de recursos se notan en diferentes niveles de desempeño y, por lo tanto se denota la importancia de las capacidades individuales. También tenemos empresas que son disímiles y que utilizan prácticas de producción estandarizadas (células de manufactura).

Es importante acotar la importancia de la organización o empresa como un sistema y subsistema de la industria, de donde el término “sistema” se origina del griego *systema* el cual significa “poner juntos” o “colocar juntos”. Así pues, un sistema es un conjunto integrado de elementos interoperables, cada uno con una explicación especificada y capacidades limitadas, trabajando con sinergia para realizar un procesamiento de valor añadido para disponer a un usuario de satisfacer las necesidades orientadas a una cierta misión operacional (Wasson, 2006).

De los resultados de la formulación.

La redacción de la misión de una organización es un enunciado breve y claro que define cuál es su negocio, su razón de ser, manifiesta lo que desea ser y a quiénes servir mediante un enunciado que proporciona las líneas estratégicas que definen el rumbo del negocio enmarcadas en sus objetivos a largo plazo. Según Soto (Soto & Dolan, 2004). Es por eso que normalmente la misión incluye los siguientes elementos:

1. Identidad.
2. Actividad.
3. Finalidad u objetivos.

Es de relevancia sensibilizar al grupo de personas con las cuales se está trabajando y buscar la participación de todos y constantemente darles a conocer que son de vital importancia para la organización.

Visión, desde el punto de vista estratégico, debe señalar hacia dónde va el negocio, debe tener una perspectiva futurista, manifestar los objetivos a largo plazo de la organización, responder a la pregunta: “¿Qué queremos llegar a ser?” (Goodstein, 2005).

Las estrategias locales y globales deberán ser formuladas e implementadas acorde a las métricas de la planeación estratégica, por ello para el proceso de formulación se definen la misión, visión y objetivos, además de elaborar el FODA.

Para la alianza estratégica se proponen las siguientes:

Misión.

Impulsar a la industria textil mediante la fabricación y comercialización de productos con calidad de clase mundial, capacitando y gestionando el talento humano y proporcionando a nuestros socios comerciales, servicios y productos que satisfagan a todos nuestros clientes.

Visión.

Ser una empresa líder a nivel nacional e internacional, que garantice la lealtad y la integración de un equipo de trabajo con objetivos y propósitos comunes para brindar la más alta calidad y ventaja competitiva al servicio de nuestros clientes.

FODA.

Para el análisis se utilizan diferentes métodos, tales como el DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), las Cinco Fuerzas de Porter, las matrices de cartera, etc. (Ver Cuadro 1).

	ANÁLISIS INTERNO	ANÁLISIS EXTERNO
NEGATIVOS	<u>DEBILIDADES</u> Falta de: <ul style="list-style-type: none"> • Liquidez • Capacitación • Formalización en los procesos de calidad 	<u>AMENAZAS</u> <ul style="list-style-type: none"> • Competencia global • Nula participación en proyectos de exportación • Competencia nacional
POSITIVOS	<u>FORTALEZAS</u> <ul style="list-style-type: none"> • Posicionamiento en el mercado regional empresarial • Experiencia empírica • Logística 	<u>OPORTUNIDADES</u> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora de créditos • Capacitación con métodos globalizados • Creación de procesos para la calidad internacionales

Cuadro 1. Análisis de la alianza estratégica (Elaboración propia).

Objetivo.

Realizar una estrategia general ofensiva que incluye un plan operativo de las cuatro herramientas estratégicas de mercadotecnia (Producto, Precio, Plaza, Promoción) que compete al resultado del análisis FODA donde la competencia global y nacional se convierte en oportunidades externas para combatir las amenazas.

Establecimiento de objetivos de las herramientas estratégicas:

- Producto: Posicionar a la marca como la mejor por su calidad y diversificación de mercado.
- Precio: Maximizar las utilidades estableciendo de tal manera que los ingresos sean tan altos como sea posible.
- Plaza: Apertura de los canales de distribución adecuados basados en estrategias *push* y *pull*.
- Promoción: Construir conciencia de marca propia para inducir la prueba de producto.

De los resultados de la implementación.

Se siguen trabajando los elementos de medición del uso del *outsourcing* y la ventaja competitiva, además de proveer de los elementos de renovación constante de la alianza estratégica.

Comentarios Finales

De acuerdo con la formulación se están desarrollando estrategias globales y locales que permitan en primera instancia la permanencia en el mercado y que finalmente se logren las primitivas indicadas en un inicio: ventaja competitiva, creación de valor y posicionamiento en la industria.

Conclusiones

La investigación que se está trabajando ha permitido visualizar diferentes matices de una empresa que permita a varios talleres locales (llamados células de trabajo) mantener una fuente de ingreso. La coordinación de dichas entidades ha permitido aprender y detectar elementos tanto de alta gerencia para grandes empresas así como adaptar dichos elementos en un esquema de PyME y MiPyME, siempre con el firme propósito de crear y sostener fuentes de trabajo en el sector textil de la zona laja-bajío.

Referencias

- DiMaggio, P., & Powell, W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review*. vol. 48, 147-160.
- Fleitman, J. (2010). *www.fleitman.net*. Recuperado el 2010, de "Una estrategia Integral para mejorar la competitividad de México": <http://www.fleitman.net/articulos/mejorarCompetitividadMexico.pdf>
- Goodstein, L. (2005). *Planeación estratégica aplicada*. México: McGraw-Hill.
- Hernández Hernández, S., & Vázquez López, J. (2013). Propuesta de Implantación de un Modelo de Planeación Estratégica como Herramienta para Incrementar la Competitividad en las MIPyME del Sector Textil en Celaya, Gto. *Congreso Internacional de Investigación*, 5(3), 4011-4016.
- IMCO. (2012). *IMCO: Instituto Mexicano para la Competitividad*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2012, de "¿Dónde quedó la bolita?: Índice de competitividad estatal": http://imco.org.mx/images/pdf/Presentacion_Indice_de_estados_2012_Buena.pdf
- Martínez Martínez, A. (2006). *Capacidades competitivas en la industria del calzado en León: dos trayectorias de aprendizaje tecnológico*. México: Plaza y Valdéz, S.A. de C.V.
- Powell, W., & Dimaggio, P. (1999). *El nuevo institucionalismo en el análisis organizacional*. México, D.F.: FONDO DE CULTURA ECONÓMICA.
- Soto, E., & Dolan, S. (2004). *Las PyMES ante el reto del siglo XXI: los nuevos mercados globales*. México: Thompson.
- Wasson, C. (2006). *System analysis, design, and development; concepts, principles, and practices*. USA: Ed. John Wiley & Sons, Inc.,

Las nuevas tecnologías aplicadas al área de comercialización y al control de la información contable de la venta de calzado de la región de San Martín Texmelucan

María Elena Hernández Hernández MA¹, Ing. Jesús López Muñoz²,
Mtra. Esmeralda Aguilar Pérez,³ Mtra. María Petra Paredes Xochihua ⁴ y Mtro. Fernando Rodríguez García⁵

Resumen—Herramienta innovadora basada en un sistema web para cubrir necesidades básicas en el área contable y de comercialización de los vendedores de calzado de San Martín Texmelucan, debido a que la competencia en la venta de calzado en esta región se ha incrementado notablemente y la forma de realizar sus ventas sigue siendo de manera tradicional, es decir, se realiza a través de ventas directas con el cliente, esto ha propiciado la necesidad de desarrollar una herramienta tecnológica exclusiva para las necesidades propias de este sector, que permita cubrir aspectos básicos de almacenamiento, ventas, publicidad del producto y que al mismo tiempo les de competitividad y posicionamiento comercial.
Palabras clave— sistema web, calzado, inventarios, contabilidad, e-commerce.

Introducción

El presente tema aborda la problemática que en la actualidad enfrentan los comerciantes de calzado de la región de San Martín Texmelucan de Labastida Puebla, hoy día esta actividad comercial ha tenido gran auge, situación que ha desencadenado grandes retos entre los que se destacan, el aumento de la competencia, permanencia en el mercado, control y manejo de su información para dar cumplimiento a su operaciones básicas como son la compra y venta de mercancía, el registro contable de sus transacciones y el cumplimiento de sus obligaciones fiscales; para enfrentar esta problemática se vio la oportunidad de desarrollar una herramienta innovadora basada en un sistema web, que permita realizar de diferentes formas sus ventas y con ello incrementar su cartera de clientes y en consecuencia sus ganancias, mayor publicidad del producto que ofertan, así como también obtener un mayor control de sus inventarios, y cubrir sus necesidades básicas de publicidad que les de competitividad y posicionamiento comercial.

Dentro de las funciones del sistema se encuentran el control adecuado del área de ventas y almacén, la realización de e-commerce, el desarrollo de la publicidad por medio de internet y, la generación rápida de reportes que se traduzcan en ahorro de tiempo y dinero.

La realización del proyecto se gestó dentro del departamento de Investigación, combinando los conocimientos y experiencias de docentes investigadores y alumnos de las carreras de Contaduría Pública e Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto tecnológico de San Martín Texmelucan, conformándose un proyecto multidisciplinario e integrador.

Descripción del Método

Para la elaboración del presente proyecto, se utilizaron métodos de investigación como es el inductivo, el cual intenta alcanzar el conocimiento a partir de la generalización de los datos particulares obtenidos.

También se ha utilizado la investigación documental, de campo y experimental, es decir se aplicaron métodos cuantitativos y cualitativos, dando como resultado una investigación mixta.

Aplicación de encuestas

En relación a la investigación de campo se realizó un estudio de mercado por medio de encuestas para conocer la viabilidad del proyecto y las necesidades que tienen los comerciantes de calzado en relación al uso de un sistema web que les facilite hacer publicidad, tener un registro contable actualizado y control de inventarios exacto en sus zapaterías; también dentro de esta metodología, se incluyen una serie cuestionamientos para obtener información de

¹ María Elena Hernández Hernández MA es Profesora de Tiempo Completo de la carrera de Contaduría Pública en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla. marielh2@yahoo.com.mx (autor corresponsal)

² El Ing. Jesús López Muñoz es Profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan Puebla. nick_2064@hotmail.com

³ La Mtra. Esmeralda Aguilar Pérez es Profesora de Tiempo Completo de la carrera de Contaduría Pública en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla. superesme_1@hotmail.com

⁴ La Mtra. María Petra Paredes Xochihua es Profesora de tiempo completo de la Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla. petrypx@hotmail.com.mx

⁵ El Mtro. Fernando Rodríguez García es Profesor de Tiempo Completo de la carrera de Ingeniería Electromecánica en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla. ferogar_1@hotmail.com

los software que hay dentro de la región y que son más utilizados por los comerciantes de calzado, para cerciorarse de las necesidades que se pretenden resolver.

Debido a que no existe información sobre el número de zapaterías existentes, se realizó un padrón y se encontró que existen aproximadamente 86 zapaterías registradas formalmente en la región de San Martín Texmelucan, posteriormente fue necesario determinar e identificar el número de zapaterías que no cuentan con un software para el registro de sus ventas y otro para los comerciantes que si cuentan con ello y de acuerdo a la Figura 1., se obtuvo la siguiente información:

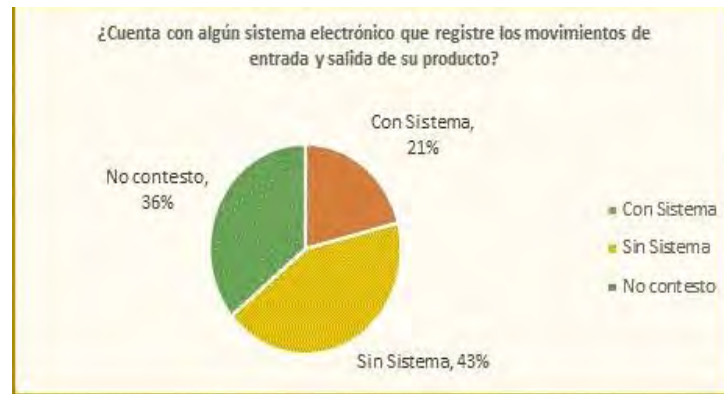


Figura 1. Comerciantes de calzado que No cuentan con un sistema electrónico para el registro de sus operaciones.

De 86 encuestas aplicadas el 21% cuentan con un sistema para el registro de sus ventas, mientras que el 43% no cuenta con un sistema y el 36% no colaboro en la encuesta, el argumento de estas personas para no proporcionar la información fue la desconfianza al encuestador a pesar de llevar identificación oficial y oficios de presentación en los cuales se indicaba el trato de confidencialidad que se le daría a la información proporcionada, ellos tenían temor de que al proporcionar la información el SAT (Servicio de Administración Tributaria), pudiera tener conocimiento de ella y se negaron a contestar la encuesta.

Una vez obtenido el dato anterior fue necesario dividir la encuesta en dos cuestionarios uno para los comerciantes de calzados que no cuentan con un software para el registro de sus ventas y otro para los comerciantes que si cuentan con él. A continuación se muestra los resultados más representativos de los cuestionarios aplicados.

Cuestionario 1. Aplicado a comerciantes que No cuentan con un sistema electrónico para el registro de sus operaciones diarias.

- ¿Qué medio utiliza para el registro contable de sus operaciones?
De 43 encuestas aplicadas el 86% utilizan como medio de registro de sus ventas una libreta, mientras que 14% de la población utiliza un libro diario.
- ¿Cuenta con algún registro histórico de sus clientes?
De 43 encuestas aplicadas el 86% de los comerciantes de calzado no cuenta con un registro de sus clientes mientras que el 14% si tiene registro de sus clientes.
- ¿Cuenta con un medio apropiado para el control de sus ventas?
De 43 encuestas aplicadas el 100% no tiene un medio para el registro de sus ventas, debido a que desconocen del tema.
- Si tuviera que hacer un pedido de mercancía ahora ¿sabría cuánto debería pedir y comprar?
De 43 encuestas aplicadas el 14 % de los comerciantes de calzado no sabe que pedir mientras que 86% lo saben en base a su experiencia.
- ¿Puede conocer la utilidad generada por su negocio en cualquier momento?
Indica que el 65% de los comerciantes pueden conocer su utilidad del negocio en el momento que requieran y 35% desconoce el dato.
- ¿Qué tipo de publicidad utiliza para dar a conocer su negocio?
De 43 encuestas aplicadas el 70% de los comerciantes no usan ningún tipo de publicidad, 16% utilizan el medio de volantes y el 14% utilizan otros medios (perifoneo, radio y prensa).
- ¿Los clientes pueden conocer más sobre la empresa y sus productos sin asistir a su establecimiento?

De 43 encuestas aplicadas Indica que el 92% de los comerciantes sus clientes tiene que asistir directamente con ellos para conocer sus productos, mientras que el 8 % no es necesario que sus clientes asistan hasta su negocio para conocer sus productos

- ¿Estaría dispuesto a implementar un sistema que sea de ayuda para el control de su almacén y venta, así como para el incremento de publicidad y ventas, de fácil uso?

De 43 encuestas aplicadas el 31% de los comerciantes si están dispuestos a utilizar el software, 25% no y 44% no lo sabe.

Cuestionario 2. Aplicado a comerciantes que Sí cuentan con un sistema electrónico para el registro de sus operaciones diarias, los datos se obtuvieron de 18 personas y se obtuvo la siguiente información.

- Su sistema aparte de llevar su registro de ventas ¿Le permite vender y hacer difusión digital de su zapatería?
- De acuerdo a las 18 encuestas el 100% de los comerciantes de calzado su software no les permite vender y hacer difusión digital de su negocio al mismo tiempo, ya que solo es para el registro de sus ventas.

- ¿El sistema que tiene le ayuda a ampliar su cartera de clientes?

De acuerdo a las 18 encuestas el 83% de los comerciantes de calzado su software no les permite incrementar su cartera de clientes mientras que el 17% sí.

- ¿Quiénes pueden tener acceso al sistema?

De acuerdo a las 18 encuestas el 78% de los comerciantes de calzado solo los dueños pueden tener acceso al sistema mientras que el 22% pueden acceder otros (trabajadores, Persona relacionada al negocio).

En base a los resultados obtenidos en los dos cuestionarios se pudo evidenciar, la importancia del proyecto al que se ha denominado Sistema web para el control de la información contable y administrativa de una zapatería. (SOZA WEB), es más que viable debido a que la venta de calzado en la zona de San Martín necesita adaptarse y actualizarse a las nuevas formas de hacer sus ventas como lo es el e-commerce o comercio electrónico que se define de acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) como el proceso de compra, venta o intercambio de bienes, servicios e información a través de las redes de comunicación; y se enfatiza el hecho de que las compras de artículos y servicios por internet o en línea pueden resultar atractivas por la facilidad para realizarlas.

La Asociación Mexicana de Internet (AMIPCI), en su Estudio Comercio Electrónico en México 2015, destaca que de acuerdo a la actividad de compra registrada desde Enero a Marzo de 2015, tres cuartos de los internautas mexicanos realizan compras online, hecho que destaca de que las Mypimes, como lo son la mayoría de las zapaterías de San Martín Texmelucan necesitan incorporarse al e-commerce.

Investigación documental

Dentro de la investigación documental se investigó en fuentes bibliográficas y de internet sobre la existencia de posibles programas que permitan realizar ventas y publicidad por internet, y al mismo tiempo procesar información contable de ventas e inventarios, y se encontró que en el mercado si existen software con características similares pero no iguales a SOZA WEB, en relación al uso de un sistema web que les facilite hacer publicidad, tener un registro contable actualizado y control de inventarios exacto de una zapatería.

Investigación experimental

En la investigación experimental, se realizarán pruebas del sistema para verificar su buen funcionamiento y de acuerdo a los resultados hacer mejoras a dicho sistema en caso de que sean necesarias.

Metodología RAD

Para desarrollar el proyecto se está utilizando la metodología **RAD**, es una metodología ágil ya que permite el desarrollo de software en periodos de tiempo relativamente cortos, tiene las características de permitir que se formen equipos de trabajo de entre 4 y 6 personas cuenta con herramientas especializadas como:

- Desarrollo visual
- Creación de prototipos falsos
- Creación de prototipos funcionales
- Múltiples lenguajes
- Calendario grupal
- Herramientas colaborativas y de trabajo en equipo
- Componentes reusables
- Interfaces estándares

Comprende las siguientes fases:

Modelado de gestión: el flujo de información entre las funciones de gestión se modela de forma que responda a las siguientes preguntas: ¿Qué información conduce el proceso de gestión? ¿Qué información se genera? ¿Quién la genera? ¿A dónde va la información? ¿Quién la procesa?

Modelado de datos: el flujo de información definido como parte de la fase de modelado de gestión se refina como un conjunto de objetos de datos necesarios para apoyar la empresa. Se definen las características (llamadas atributos) de cada uno de los objetos y las relaciones entre estos objetos.

Modelado de proceso: los objetos de datos definidos en la fase de modelado de datos quedan transformados para lograr el flujo de información necesario para implementar una función de gestión. Las descripciones del proceso se crean para añadir, modificar, suprimir, o recuperar un objeto de datos. Es la comunicación entre los objetos.

Generación de aplicaciones: El DRA asume la utilización de técnicas de cuarta generación. En lugar de crear software con lenguajes de programación de tercera generación, el proceso DRA trabaja para volver a utilizar componentes de programas ya existentes (cuando es posible) o a crear componentes reutilizables (cuando sea necesario). En todos los casos se utilizan herramientas automáticas para facilitar la construcción del software.

Pruebas de entrega: Como el proceso DRA enfatiza la reutilización, ya se han comprobado muchos de los componentes de los programas. Esto reduce tiempo de pruebas. Sin embargo, se deben probar todos los componentes nuevos y se deben ejercitar todas las interfaces a fondo.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

El presente proyecto se encuentra en su etapa inicial, se ha desarrollado el estudio de mercado y viabilidad.

También se han determinado los requerimientos necesarios para cubrir las necesidades de los comerciantes de calzado, información que se ha obtenido de los propios beneficiarios, y en base a toda esta información se están desarrollando las pantallas de baja y alta fidelidad, así como también se ha desarrollado un equipo multidisciplinario para conjugar conocimientos, contables, comerciales y de programación.

Conclusiones

Debido a las características del proyecto su impacto es directamente aplicado al sector comercial dedicado a la compra y venta del calzado en la región de San Martín Texmelucan, Puebla, dándoles la oportunidad de estar acorde a las nuevas formas de hacer comercio mediante una herramienta innovadora basada en las nuevas tecnologías, con un sistema capaz de controlar adecuadamente el área de ventas y almacén en el aspecto contable, y de publicidad electrónica, el software generará reportes que se traduzcan en ahorro de tiempo y dinero, y a su vez contribuirá en la captación de nuevos clientes para incrementar las ganancias.

Referencias

AMIPCI. "Estudio Comercio Electrónico en México 2015", consultada por internet el 12 de agosto de 2015. Dirección de internet: https://amipci.org.mx/estudios/comercio_electronico/Estudio_de_Comercio_Electronico_AMIPCI_2015_version_publica.pdf

PROFECO. "Comercio Electrónico", consultada por internet el 10 de agosto de 2015. Dirección de Internet: http://www.profeco.gob.mx/internacionales/com_elec.asp.

Notas Biográficas

La **M.A. María Elena Hernández Hernández** es Profesora de Tiempo Completo de la carrera de Contaduría Pública en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Terminó sus estudios de postgrado en Maestría en Administración en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Ha publicado artículos en las revistas arbitradas nacionales e internacionales de divulgación de innovación científica, también ha participado en foros y eventos de innovación, emprendurismo e investigación y ha participado como ponente en Congresos Nacionales e Internacionales de Investigación.

El **Ing. Jesús López Muñoz** es Profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, es candidato a Maestro en Administración por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, es responsable del Sistema Cisco en el ITSSMT. Ha publicado artículos en las revistas arbitradas de divulgación de innovación científica y ha participado en eventos de innovación tecnológica.

La **M.C Esmeralda Aguilar Pérez** es Contador Público y Maestra en Contribuciones por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla actualmente es profesora tiempo completo de la carrera de Contador Público del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla, México donde combina sus actividades de docencia, tutorías e investigación siendo líder del cuerpo Académico de la carrera y responsable de la línea de Investigación Gestión Empresarial y Financiamiento, es Perfil Deseable por parte de PRODEP y ha sido galardonada con el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología en la modalidad de Divulgación de la Ciencia en el área de Ciencias Sociales y Humanidades por parte de CONCYTEP

La **M.C. María Petra Paredes Xochihua** es Profesora de tiempo completo de la Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Terminó sus estudios de postgrado en Maestría en Ciencias en Ciencias de la Computación en Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala, México. Ha participado como ponente en Congresos Internacionales de Investigación y regionales, ha publicado artículos en revistas arbitradas y de divulgación del área tecnologías de la información.

El **M.C. Fernando Rodríguez García** es Profesor de Tiempo Completo de la carrera de Ingeniería Electromecánica en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Terminó sus estudios de postgrado en Maestría en Ciencias Optoelectro en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Ha publicado artículos en las revistas arbitradas nacionales e internacionales de divulgación científica y ha participado en foros y congresos nacionales e internacionales.

Implementación del espacio de color TSL en el reconocimiento de piel humana con técnicas de visión artificial

M.C. José Luis Hernández Hernández¹, M.C. María Esther Durán Figueroa² y M.C. Viridiana Ramírez Fernández³

Resumen—Las nuevas tecnologías de software y hardware, se van incorporando cada vez más en nuestra vida cotidiana. Las imágenes digitales están siendo muy utilizadas para tener acceso a muchos lugares. Por ejemplo con las huellas digitales registran su entrada/salida los empleados; con las cámaras digitales se reconocen personas, placas de vehículos, plantas en cultivos, etc. Estas aplicaciones son actualmente una realidad gracias a los avances de la visión artificial, una de las ramas de la inteligencia artificial que ha experimentado mucho crecimiento en estos últimos años. En ella se estudia cómo procesar, analizar e interpretar imágenes de forma automática. Muchos resultados de investigaciones sobre procesamiento digital de imágenes, han demostrado las bondades que tiene el espacio de color TSL en reconocimiento de piel humana.

Palabras clave—Espacios de color, visión artificial, reconocimiento de patrones, piel humana.

INTRODUCCIÓN

Detectar la piel en una fotografía a través de un método computacional parece una tarea trivial, sin embargo, implementar un método eficiente es algo muy difícil y un problema que aún no está resuelto.

En esta investigación se describe una propuesta de reconocimiento de piel humana creando un modelo con las clases piel y fondo. Para realizar el reconocimiento se utilizan técnicas de detección del color de la piel, éstas técnicas pueden variar según el tipo de etnia al que pertenezcan las personas y/o la iluminación del entorno, por lo que se utilizan técnicas de detección y reconocimiento basadas en la apariencia para generalizar el modelo del color de la piel humana. Para crear el modelo de la piel humana, se utilizó el software denominado ACPS® (Automatic classification of plants and soil) (García-Mateos et al., 2015), el cual está dirigido al reconocimiento de plantas y suelo en cultivos agrícolas pero que permite crear modelos haciendo uso de las diversas tonalidades de algún elemento específico (En este caso las diversas tonalidades de la piel humana).

ELECCIÓN DEL ESPACIO DE COLOR

La detección de la piel en una imagen, es de gran utilidad para diversas aplicaciones tales como la detección de personas en sistemas de seguridad. Los algoritmos que existen para el reconocimiento de la piel humana utilizan diversos espacios de color. En el presente trabajo se analizaron los siguientes espacios de color: RGB, I1I2I3, YCbCr, HSI y TSL tratados por (Luszczkiewicz-Piatek, 2014) y (Enriquez et al. 2009). A continuación se detallan cada uno de ellos:

- **Modelo de color RGB.** Este espacio de color es el más extendido en los dispositivos de captura y visualización. Se basa en un modelo aditivo, donde los colores se generan mediante la combinación de tres colores primarios: rojo (R), verde (G) y azul (B) comentado por (Albiol, 2001).
- **Modelo de color I1I2I3.** Este espacio de color se propuso para la segmentación de color, como una decorrelación de los componentes RGB usando la transformada Karhunen-Loeve según (Rein-Lien, 2002).
- **Modelo YCrCb.** Se trata de un modelo orientado a compresión y transmisión de imágenes. Se basan en la separación de un canal Y de luminancia (o intensidad luminosa), y dos canales de crominancia (o tono del color, independiente de su luminosidad). Los canales Cr y Cb corresponden, a los canales R y B normalizados en intensidad, respectivamente según (Dadgostar, 2006).
- **Modelo HSI.** El modelo HSI es una herramienta ideal para desarrollar algoritmos de procesamiento de imágenes basados en alguna de las propiedades de la percepción del color del sistema visual humano de acuerdo a (Vezhnevets, 2003).
- **Modelo TSL.** Este modelo fue creado para abordar problemas de detección de piel humana tratado en (Terrillon y Akamatsu, 2000).

¹ El M. en C. José Luis Hernández Hernández, es profesor en la Lic. en Informática del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chilpancingo, México, tec_jlhh05@yahoo.com.mx

² La M. en C. María Esther Durán Figueroa, es profesora en la Lic. en Contaduría del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chilpancingo, México, esther_ite@hotmail.com

³ La M. en C. Viridiana Ramírez Fernández, es profesora en la Lic. en Informática del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chilpancingo, México, viridiana_ramirezfernandez@yahoo.com.mx

Para la aplicación específica presentada en este trabajo de investigación, se llevó a cabo un estudio sobre los espacios de color descritos anteriormente. Se hicieron varias pruebas experimentales llegando a la conclusión que los 5 espacios de color pueden ser utilizados para el reconocimiento de piel humana; pero el espacio de color TSL fue el que tiene más precisión en el reconocimiento.

La función de transformación del espacio de color RGB al espacio de color TSL, está dado por:

$$\begin{aligned} r &= R/(R+G+B) \\ g &= G/(R+G+B) \\ Y &= (0.299 * R) + (0.587 * G) + (0.114 * B) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSL} \quad T &= \text{atan2}(r', g'); \quad r' = r - 1/3; \quad g' = g - 1/3 \\ S &= [9/5 * (r' + g')]^{1/2} \\ L &= Y \end{aligned}$$

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Adquisición de imágenes

Las imágenes que se utilizaron para comprobar la eficiencia del método fueron tomadas de personas conocidas de la red social denominada Facebook. Dichas fotos están a mediana resolución; por lo que se consideraron diversas variaciones de acercamiento, luz, sombra y brillo con el fin de tener una amplia gama de colores de pixeles de la piel. Dichas imágenes fueron almacenadas en los formatos .JPG y .PNG. Para hacer el reconocimiento se busca la probabilidad del valor máximo entre $P_{\text{piel}}(\text{color})$ y $P_{\text{fondo}}(\text{color})$ para cada pixel y de esa forma identificar si es piel, si es fondo o existe indefinición de reconocimiento. Dicha probabilidad está en función del teorema de Bayes el cual se muestra en la figura 1.

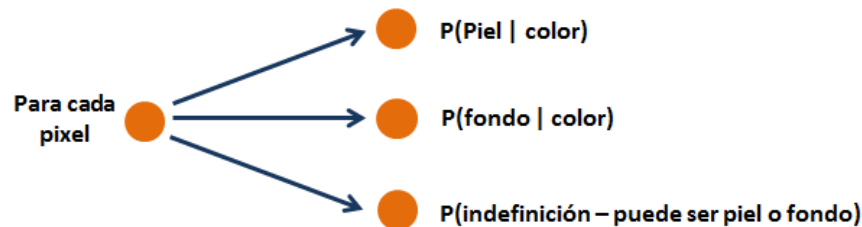


Figura 1. Probabilidad de que sea piel o fondo de acuerdo al teorema de Bayes.

Creación del modelo piel-fondo

Para la creación del modelo piel, se tomaron 8 imágenes y se marcaron algunos lugares en forma burda de color naranja claro donde hay piel y de color gris muy claro donde no hay piel para generar la clase piel y la clase fondo. Las 2 clases quedan en un solo archivo donde se genera el modelo. Dicho proceso se puede apreciar en la figura 2.



Figura 2. Creación del modelo piel-fondo.

En el proceso de creación del modelo se fueron generando histogramas por cada uno de los siguientes espacio de color: RGB, I1I2I3, YCbCr, HSI y TSL. Y de cada espacio de color se hicieron también las combinaciones de sus 3 canales (canal 1, canal 2, canal 3, canales 1-2, canales 2-3, canales 3-1 y canales 1-2-3). Durante el proceso de creación del modelo, se encontraron varios errores de reconocimiento los cuales se muestran en la figura 3. En dicha figura se puede ver que el espacio de color que tiene el menor error es el TSL con sus combinaciones de canales L-T.

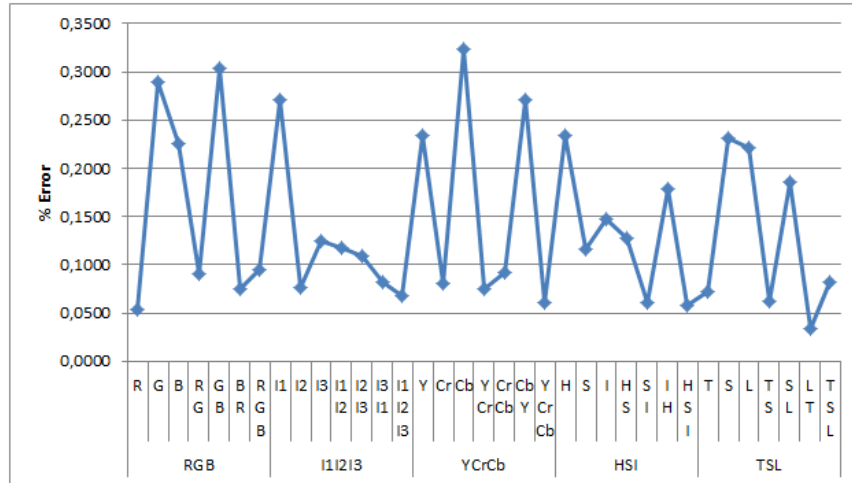


Figura 3. Errores de reconocimiento al crear el modelo piel-fondo.

Se generaron 35 histogramas (5 espacios de color por 7 combinaciones de canales). Al crear los histogramas, se fueron acumulando imagen por imagen y acumulando también los errores de reconocimiento. Se normalizaron los histogramas para que los picos mayor y menor se mostraran en forma estética pero mostrando los resultados literales.

Por cada histograma, se generaron: la clase piel, la clase fondo y una estadística de error de reconocimiento (no se pudo precisar si era piel o fondo).

En la corrida que se llevó a cabo para mostrar el funcionamiento de reconocimiento, se obtuvo que el espacio de color que mejor hace el reconocimiento de piel y fondo fue el espacio de color TSL con la combinación de canales L-T. Los histogramas generados de dicho espacio de color se muestran en la figura 4.

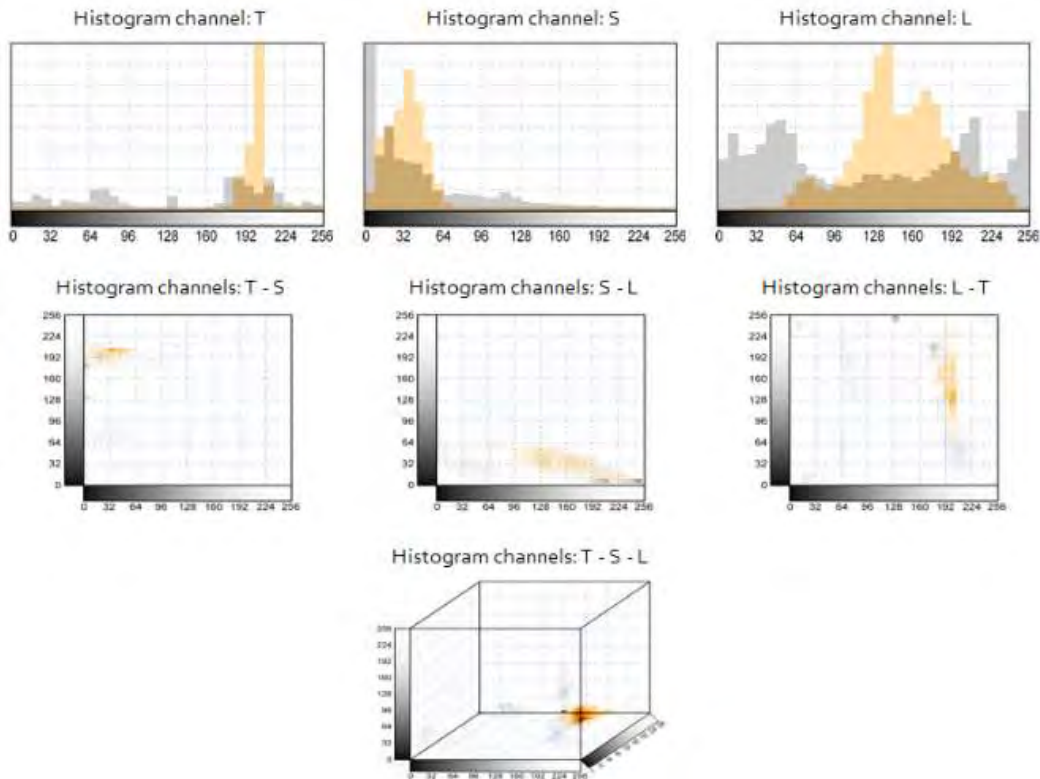


Figura 4. Histogramas del espacio de color TLS de sus 3 canales individuales y sus combinaciones.

Los errores de reconocimiento de piel y fondo de las 7 combinaciones del espacio de color TSL obtenidos al generar los histogramas de la figura 4, se muestran en la tabla 1. El menor error de reconocimiento es la combinación de los canales L - T el cual se muestra en fondo amarillo en la tabla 1.

Tabla 1. Errores de las 7 combinaciones del espacio de color TSL.

Canal (es)	Error
Canal T	0.071567
Canal S	0.230788
Canal L	0.221748
Canales T - S	0.061963
Canales S - L	0.185673
Canales L - T	0.034458
Canales T - S - L	0.082287

Reconocimiento de la piel en fotografías

En base a los experimentos realizados, se observó que los planos L - T dan buenos resultados para la segmentación de las regiones donde existe piel. El plano L y no se ve afectado por las variaciones de luz. Por lo tanto se ha concluido que con la combinación de estos dos planos se obtiene un algoritmo muy robusto a los cambios de iluminación.

Para realizar el reconocimiento de la piel, se tomaron fotos de personas y haciendo uso del modelo referido anteriormente, se calcula la cobertura de piel que existe en cada imagen. En la figura 5, se muestra el esquema del reconocimiento de piel y fondo.



Figura 5. Reconocimiento de la piel en una persona utilizando el modelo piel.

CONCLUSIONES

El proceso ha sido implementado en una aplicación destinada al usuario final. En los experimentos realizados se ha comprobado la viabilidad y eficiencia de la propuesta. El proceso de entrenamiento (creación del modelo piel-fondo), solo se debe ejecutar una vez al inicio para generar el modelo que será utilizado para el proceso, el cual tarda en total poco más de 15 segundos. Después, la clasificación de cada una de las imágenes de interés requerirá menos de 18 milisegundos. El error obtenido en el cálculo de la cobertura de piel es normalmente inferior a un 0.3%, lo cual es una excelente precisión. Es más, los modelos de color obtenidos se pueden exportar fácilmente a un archivo, para poder usarlo en otros lugares. Actualmente se están desarrollando otras aplicaciones para dispositivos móviles y para controladores compactos haciendo uso de estos modelos.

REFERENCIAS

- Albiol, a., Torres, l., And delp, e. J., 2001, "Optimum color spaces for skin detection". In Proceedings of the International Conference on Image Processing, vol. 1, 122–124.
- Dadgostar Farhad, Sarrafzadeh Abdolhossein, 2006, "An adaptive real-time skin detector based on Hue thresholding: A comparison on two motion tracking methods", Pattern Recognition Letters, Vol. 27, No. 2, pp. 1342-1352.
- Enriquez, I. J. G., Bonilla, M. N. I., & Cortes, J. M. R., 2009. "Segmentación de rostro por color de la piel aplicado a detección de somnolencia en el conductor". Congreso Nacional de Ingeniería Electronica del Golfo CONAGOLFO (pp. 67-72).
- García-Mateos G., Hernández-Hernández, J.L., Escarabajal-Henarejos, D., Jaen-Terrones, S., Molina-Martínez, J.M., 2015. "Study and comparison of color models for automatic image analysis in irrigation management applications". Agricultural Water Management 151, 158–166.
- Luszczkiewicz-Piatek, M., 2014. "Which color space should be chosen for robust color image retrieval based on mixture modeling". Ad. Intel. Systems and Comp. 233, 55-64.
- Rein-Lien Hsu, M Abdel-Mottaleb, AK Jain, 2002, "Face detection in color images". IEEE Transactions on PAMI, Vol. 24, No. 5, pp. 696-706.
- Terrillon, J.C., Akamatsu, S., 2000. "Comparative performance of different chrominance spaces for color segmentation and detection of human faces in complex scene images". International Conf. on Face and Gesture Recognition, pp. 54–61.
- Vezhnevets Vladimir, et.al, 2003, "A Survey on pixel-based skin color detection techniques", International Conference on Computer Graphics and Vision, GraphyCon, Moscow, Russia.

Análisis del SAE en un grupo de cuidadores primarios de enfermos terminales

Mtra. Zenona Jezabel Hernández Leyva¹, Lic. Leocadio Guadalupe Martínez Alarcón²,
Dra. Hilda María Ortega Neri³, Mtra. Alma Minerva Moreno Puente⁴ y Mtra. Estela Reveles Rodríguez⁵

Resumen— El cáncer es una enfermedad que se ha posicionado como una de las principales causas de muerte, particularmente en países tercermundistas, ya que su detección suele ser tardía. Se estima que para el 2020 habrá más de 30 millones de personas enfermas de cáncer en el mundo. La atención generalmente se dirige al enfermo y muy pocas veces a sus cuidadores, quienes suelen padecer del llamado: “Síndrome de Agotamiento Emocional”, cuyos síntomas repercuten en su salud física y emocional y en la calidad del cuidado del enfermo. El objetivo es contener los síntomas físicos y emocionales en cuidadores primarios de enfermos de cáncer del área de quimioterapia del Hospital General del ISSSTE en Zacatecas, México. Metodológicamente se propone aplicar pruebas psicológicas para identificar los síntomas e implementar Grupos de Reflexión para contener los efectos del SAE. El resultado será que el Cuidador Primario podrá elaborar mejor el duelo y el enfermo tendrá cuidados de mayor calidad.

Palabras clave— Síndrome de Agotamiento Emocional, cuidadores primarios, cáncer, grupos de reflexión.

Introducción

En este trabajo de investigación pretende ser un acercamiento al tema de algunos efectos psicológicos del cáncer en las personas que están encargadas del cuidado de quienes la padecen. El término cáncer designa un amplio grupo de enfermedades que pueden aquejar a cualquier parte del organismo; también se le denomina como tumores malignos o neoplasias malignas. La rápida multiplicación de estas células anormales propicia que la enfermedad se propague a otros órganos, a este proceso se le conoce como metástasis. Las metástasis son la principal causa de muerte por cáncer. (OMS, 2015)

El cáncer es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en todo el mundo; de acuerdo a la información de la Organización Mundial de la Salud, en 2012 se detectaron 14 millones de nuevos casos y se le atribuyen 8,2 millones de defunciones ocurridas en todo el mundo en 2012. Se prevé que el número de nuevos casos aumente en aproximadamente un 70% en los próximos 20 años. La proliferación de este padecimiento es particularmente preocupante en países tercermundistas, ya que más del 60% de los nuevos casos anuales totales del mundo se producen en África, Asia, América Central y Sudamérica. Lamentablemente estas regiones representan el 70% de las muertes por cáncer en el mundo.

En la atención del cáncer generalmente se toma en cuenta sólo al enfermo, quien requiere tratamiento médico y psicológico de manera urgente e intensiva. En muy pocas ocasiones dicha atención se dirige a su cuidador, con quien suele tener lazos afectivos. Los cuidadores primarios pasan muchas horas al cuidado del enfermo y padecen del llamado: Síndrome de Agotamiento Emocional (SAE), cuyos síntomas repercuten en su salud física y emocional y en la calidad del cuidado del enfermo.

Descripción del método

El objetivo de este proyecto de investigación es contener los síntomas físicos y emocionales en cuidadores primarios de enfermos de cáncer que acuden al área de quimioterapia del Hospital General del ISSSTE en la ciudad de Zacatecas, Zac., México.

¹ La Mtra. Zenona Jezabel Hernández Leyva es Docente-Investigadora de la Unidad Académica de Psicología de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. jezabel_hleyva@yahoo.com.mx (autor corresponsal)

² El Lic. Leocadio Guadalupe Martínez Alarcón es Docente-Investigador de la Unidad Académica de Psicología de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. lmartinezalarcon@yahoo.com.mx

³ La Dra. Hilda María Ortega Neri es Docente-Investigadora de la Unidad Académica de Psicología de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. hildaortega20@yahoo.com.mx

⁴ La Mtra. Alma Minerva Moreno Puente es Docente-Investigadora de la Unidad Académica de Psicología de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. alma_gatin@yahoo.com.mx

⁵ La Mtra. Estela Reveles Rodríguez es Docente-Investigadora de la Unidad Académica de Psicología de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. pelusa_re@yahoo.com.mx

Este proyecto surge de la necesidad de brindar atención psicológica a los cuidadores primarios en tanto dedican gran parte del día al cuidado del enfermo llegando a sacrificar su vida personal y social. En la medida que los cuidadores primarios tengan un espacio de expresión y elaboración del agotamiento emocional que se genera en la relación con el enfermo, ambos podrán acceder a una mejor calidad de vida.

Metodológicamente en un primer momento se hace la invitación a aquellas personas que se dedican al cuidado de un enfermo diagnosticado con cáncer, ya que al ser la persona que más tiempo pasa con el enfermo en ella se condensan las preocupaciones, obligaciones, ansiedades y cansancio físico y emocional. A través de entrevistas individuales se accede a la información de las historias de vida y las situaciones actuales que pueden estar dificultando la relación entre el enfermo y su cuidador primario.

Para poder identificar los principales síntomas que caracterizan al Síndrome de Agotamiento Emocional se aplica una escala adaptada de acuerdo a las condiciones específicas de los cuidadores primarios de enfermos diagnosticados con cáncer. En un segundo momento, al recibir información acerca de los síntomas que se encuentran entre los cuidadores primarios se logra hacer conciencia de la importancia que tiene el cuidado de su propia salud física y emocional tanto para sí mismos como para quien está cuidando.

Resultado de la información obtenida en las entrevistas individuales, así como de la ofrecida en la etapa de aplicación de la escala adaptada se procede a implementar Grupos de Reflexión para contener los efectos del Síndrome de Agotamiento Emocional.

Los grupos de reflexión son una metodología de espacios alternativos de contención y apoyo mutuo, en donde los cuidadores primarios que participan pueden compartir sus preocupaciones, ansiedades y dificultades, así como lo que a cada uno le ha funcionado para sobrellevar los momentos complicados del cuidado del enfermo. Como resultado de la reflexión colectiva, sobre sus circunstancias como cuidadores primarios, podrán volverse portavoces y a su vez podrán ayudar a otras personas que se encuentren en igualdad de circunstancias.

Las temáticas que suelen trabajarse en los grupos de reflexión

“... giran en torno a la comunicación, a la capacidad o incapacidad de ponerse en el lugar del otro, de comprender al otro, de expresar los sentimientos y los pensamientos. El miedo a lo desconocido, la dificultad de poner límites, la aceptación de la diferencia, las expectativas, la asimilación de responsabilidades, el desarrollo de roles...”
(Gimeno & Buira, 2003, pág. 130)

De tal manera que las sesiones del grupo de reflexión sirven para que los cuidadores primarios practiquen, con estos elementos, una forma diferente de relación con el enfermo de cáncer que a su vez repercute en la disminución de los síntomas del Síndrome de Agotamiento Emocional.

Según indica Gimeno (APAG, 2015), el constructo básico sobre el cual se encuentra organizado el trabajo en los grupos de reflexión es el reconocimiento de que el establecimiento de relaciones interpersonales comprende el sentir, el conocer y el actuar. Por lo que el resultado de la aplicación de nuestro proyecto de investigación será que el Cuidador Primario podrá elaborar de una manera adecuada el duelo y el enfermo tendrá cuidados de mayor calidad.

Referencias bibliográficas.

- Barrón, B., & Alvarado, S. (13 de Mayo de 2014). Revista del Instituto Nacional de Cancerología. Recuperado el 13 de Mayo de 2014, de <http://www.incan.org.mx/revistaincan/elementos/documentosPortada/1257541295.pdf>
- Gimeno, X. (10 de Junio de 2015). APAG. Recuperado el 10 de Junio de 2015, de Asociación de Psicoterapia Analítica Grupal: http://www.apagnet.net/_assets/X.Gimeno,%20Grupos%20de%20reflexion%20madres...%20Bol.%2030,%20pags%209-13.pdf
- Gimeno, X., & Buira, B. (2003). Los grupos de reflexión de madres y padres como actuación en red con la finalidad de una educación para todos. *Curriculum*, 16, 121-133.
- OMS. (Febrero de 2015). Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 2 de Junio de 2015, de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/es/>
- Pichon-Rivière, E. (1985). *El proceso grupal. Del psicoanálisis a la psicología social* (1). Buenos Aires: Nueva Visión.

Notas Biográficas

La **Mtra. Zenona Jezabel Hernández Leyva** es Docente-Investigadora de la Unidad Académica de Psicología de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Es Licenciada en Psicología por la UAZ, su Maestría en Psicoterapia Psicoanalítica por la misma universidad. Es doctorante del programa Fundamentos y Desarrollos Psicoanalíticos de la Universidad Complutense de Madrid, España.

El **Lic. Leocadio Guadalupe Martínez Alarcón** es Docente-Investigador de la Unidad Académica de Psicología de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Es Licenciado en Psicología por la Universidad Autónoma de Querétaro, y es doctorante del programa Fundamentos y Desarrollos Psicoanalíticos de la Universidad Complutense de Madrid, España.

La **Dra. Hilda María Ortega Neri** es Docente-Investigadora de la Unidad Académica de Psicología de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Es Licenciada en Psicología por la UAZ, su Maestría en Educación con especialidad en cognición de los procesos de enseñanza-aprendizaje por el Instituto Tecnológico de Monterrey. Es Doctora en Creatividad Aplicada por la Universidad Complutense de Madrid, España.

La **Mtra. Alma Minerva Moreno Puente** es Docente-Investigadora de la Unidad Académica de Psicología de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Es Licenciada en Psicología Clínica por la UAZ, su Maestría en Psicoterapia Psicoanalítica por la misma universidad. Es doctorante del programa Psicoanálisis de niños y adolescentes de la Universidad Intercontinental.

La **Mtra. Estela Reveles Rodríguez** es Docente-Investigadora de la Unidad Académica de Psicología de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Es Licenciada en Psicología Clínica por la UAZ, su Maestría en Psicoterapia Psicoanalítica por la misma universidad. Es doctorante del programa Psicoanálisis de niños y adolescentes de la Universidad Intercontinental.

Dinámica del retraso temporal en un potencial delta atractivo de intensidad compleja

Dr. Alberto Hernández Maldonado¹, Dr. Jorge Villavicencio² y
Dr. Roberto Romo³

Resumen—A partir de la solución analítica de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo, para un potencial delta atractivo, de intensidad compleja, se analiza el comportamiento dinámico de la densidad de probabilidad. Un efecto del potencial complejo, es amortiguar oscilaciones que se presentan en el caso de un potencial de intensidad real, lo anterior, para $x = 0$. Para valores de x suficientemente lejanos de $x = 0$, el comportamiento de la densidad de probabilidad es muy diferente, observándose el fenómeno de difracción en el tiempo. Se estudia el retraso temporal de las ondas que interacciona con el potencial, respecto a las que pasa libremente. Se encuentra que hay dos regímenes para el retraso temporal. Para valores b pequeños, el retraso temporal es negativo, lo que se traduce en un avance temporal. Conforme b se incrementa, el retraso temporal crece volviéndose positivo, y tiende asintóticamente al valor uno.

Palabras clave—potencial delta, difracción en el tiempo, retraso temporal, potencial complejo.

Introducción

El estudio de los fenómenos transitorios en mecánica cuántica ha resultado ser un área de gran interés (Kleber, 1994, del Campo *et al.* 2009 y García-Calderón, 2010) debido al gran desarrollo de herramientas analíticas y técnicas experimentales, para explorar y manipular la dinámica de ondas de materia en sistemas cuánticos diversos (del Campo *et al.* 2009).

Los fenómenos transitorios relacionados a los estados cuánticos dependientes del tiempo, son estudiados desde los transitorios hasta alcanzar el estado estacionario, esto es, cuando la onda de materia ya no cambia en el tiempo. En dichos estudios se ha utilizado el obturador de ondas planas llamado obturador de Moshinsky (1952). Este consiste en confinar una onda a la región $x < 0$ en $t = 0$, el obturador es removido súbitamente permitiendo la evolución en el tiempo de las ondas en la región $x > 0$, mostrando un comportamiento llamado difracción en el tiempo, debido a su similitud de la difracción de la luz por un borde recto, dicho comportamiento ya ha sido comprobado experimentalmente usando átomos ultrafríos (Szriftgiser, 1996). Los fenómenos transitorios pueden también ser estudiados usando barreras de potencial, en problemas de dispersión (del Campo *et al.* 2009, Brouard y Muga, 1996 y García-Calderón y Rubio, 1997).

Un sistema que ha resultado ser de gran utilidad para estos estudios dinámico es el potencial delta de Dirac (Teranishi *et al.* 1987, Elberfeld y Kleber, 1988, Hernández y García Caderón, 2003 y Mendoza Luna y García Calderón, 2010). La ventaja de usar este tipo de potenciales, es que son más fáciles de manejar matemáticamente que las barreras de potenciales reales, y los resultados obtenidos son igualmente válidos.

Recientemente García Calderón y Mendoza (2010) encontraron un caso de un potencial delta atractivo, en el cual, la densidad de probabilidad exhibe en la vecindad del potencial, oscilaciones transitorias llamadas *oscilaciones persistentes*. Además, hacen un estudio del comportamiento dinámico del retraso temporal, encontrando retraso temporal negativo, el cual representa un avance temporal.

El propósito del presente trabajo es explorar un poco más estas *oscilaciones persistentes* y la dinámica del retraso temporal como función de la intensidad del potencial, pero con un potencial delta de Dirac de intensidad z compleja, esto es, $z = a + ib$, el cual tiene la función de producir un sumidero en el flujo de partículas. Este tipo de aproximaciones de procesos absorbentes de partículas, ha sido aplicado en varios contextos estacionarios en problemas relacionados con física nuclear (Feschbach, *et al.* 1954), tunelaje resonante (Stone y Lee, 1985. García Calderón y Rubio, 1996, Patrici y Molinás, 1996), tiempos de tunelaje (Kocinac y Milanovic, 2008), entre otros (Chaos-Cador and G. García-Calderón, 20014).

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera. En la segunda sección se presenta el formalismo, el cual contiene las ecuaciones básicas a utilizar. En la tercera sección se analizan los resultados que surgen del análisis

¹ El Dr. Alberto Hernández Maldonado es Profesor de Física en la Universidad Autónoma de Baja California, Unidad valle de las Palmas, Tijuana, Baja California. México hernandez.alberto@uabc.edu.mx (**autor correspondiente**).

² El Dr. Jorge A. Villavicencio Aguilar es Profesor de Física en la Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California. México villavics@uabc.edu.mx

³ El Dr. Roberto Romo Martínez es Profesor de Física en la Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México romo@uabc.edu.mx

de la dinámica de la densidad de probabilidad y del retraso temporal. Finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones.

Formalismo

Consideremos un potencial delta de Dirac atractivo $V(x) = -z\delta(x)$, donde z es compleja, y está dada por $z = a + ib$, donde a y b son positivas, sobre dicho potencial inciden con energía $E = \hbar^2 k^2 / 2m$, y momento $p = \hbar k$, dichas partículas están inicialmente confinadas a la región $x < 0$ al tiempo $t = 0$, por un obturador absorbente, el cual se conoce en la literatura como obturador de Moshinsky. Ver figura 1.

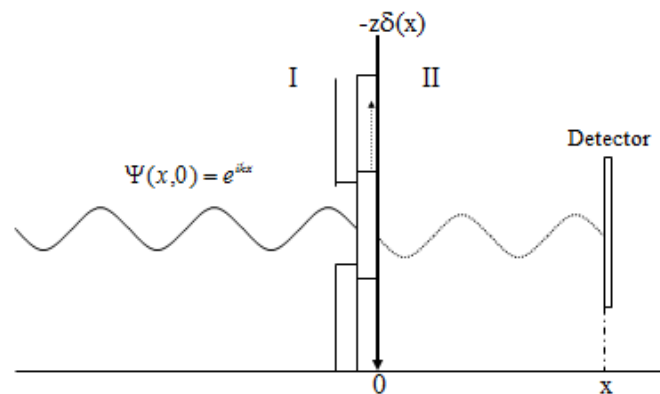


Figura 1. Obturador de onda plana y un potencial delta atractivo, de intensidad compleja z .

Estamos interesados en la solución para $x > 0$ de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo, usando el potencial complejo antes mencionado, y la condición inicial de obturador absorbente.

La ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo es,

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi(x,t)}{dx^2} - z\delta(x)\psi(x,t) = i\hbar \frac{d\psi(x,t)}{dt} \quad (1)$$

sujeta a la condición inicial de obturador absorbente, la cual está dada por la siguiente expresión.

$$\psi(x, k, t = 0) = \begin{cases} e^{ikx}, & x \leq 0 \\ 0, & x > 0 \end{cases} \quad (2)$$

Mediante un procedimiento similar al utilizado en la referencia [tesis doctorado], encontramos que la solución dinámica de la ecuación (1) en la región $x > 0$ es:

$$\psi(x, t) = t(k)M(x, k, t) + r(k)M(x, ik, t), \quad (3)$$

donde

$$t(k) = \frac{k}{k-ik} \quad (4)$$

y

$$r(k) = \frac{-ik}{k-ik}, \quad (5)$$

son los coeficientes de transmisión y reflexión respectivamente.

$$\kappa = \frac{mz}{\hbar^2} \quad (6)$$

$M(x, k, t)$ y $M(x, ik, t)$ son funciones de Moshinsky y corresponden respectivamente a

$$M(x, k, t) = \frac{1}{2} e^{i(kx - \hbar k^2 \frac{t}{2m})} \operatorname{erfc} \left[\frac{x - \hbar kt/m}{\sqrt{2i\hbar t/m}} \right] \quad (7)$$

y

$$M(x, ik, t) = \frac{1}{2} e^{i(ikx - \hbar(ik)^2 \frac{t}{2m})} \operatorname{erfc} \left[\frac{x - \hbar(ik)t/m}{\sqrt{2i\hbar t/m}} \right], \quad (8)$$

de la ecuación (3), se tiene que la densidad de probabilidad está dada por,

$$|\psi(x, k, t)|^2 = \psi(x, k, t)\psi^*(x, k, t) \quad (9)$$

Análisis de resultados.

A continuación mostraremos el comportamiento dinámico de la densidad de probabilidad de las partículas que interactúan con el potencial delta, para lo cual graficamos la densidad de probabilidad dada por la Ec. (9) tal como se muestra en la figura 2.

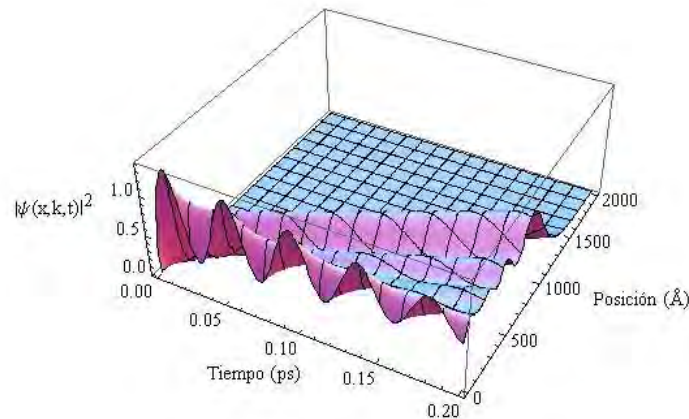


Figura 2. Densidad de probabilidad como función del tiempo t y posición x , para un potencial delta complejo (ver parámetros en el texto). Se puede ver como las oscilaciones en $x = 0$ se van atenuando conforme el tiempo aumenta.

Para la figura 1, los parámetros utilizados son: $E = 0.08$ eV, $z = 2 + 0.25$ eV Å y una masa efectiva $m = 0.067 m_e$, donde m_e es la masa del electrón. Los valores de masa y energía usados en esta figura, serán los que usaremos a lo largo del presente trabajo.

En la figura 2, se puede ver claramente la propagación de un frente de onda bien definido, el cual se propaga en la región $x > 0$, esto es, la región de transmisión. Este comportamiento es muy similar al que ocurre con un potencial repulsivo (Hernández A. y G. García Calderón. 2003). Sin embargo, se puede ver como la amplitud de las oscilaciones en el tiempo, van disminuyendo conforme el tiempo avanza, dicha disminución de la amplitud es un proceso de amortiguamiento. Esto es un efecto de la naturaleza compleja del potencial. Más adelante veremos que de hecho, el amortiguamiento mostrado, es un efecto debido exclusivamente a la parte imaginaria del potencial.

Para mostrar mejor lo anterior, graficamos la densidad de probabilidad como función del tiempo, como lo muestra la figura 3. Para ello fijamos $x = 0$, y consideramos la parte real del potencial $a = 0.427$ eV nm, y seleccionamos tres diferentes valores de la parte imaginaria b del potencial complejo. Cabe aclarar que para este caso, las unidades de b están dadas en eV nm.

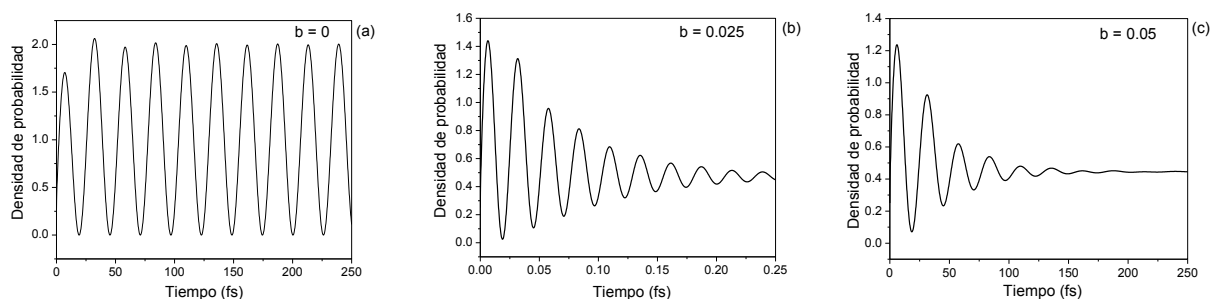


Figura 3. Densidad de probabilidad como función del tiempo, para diferentes valores de la parte imaginaria b de un potencial delta atractivo, a una posición de $x = 0$. En la figura 3 (a) para la cual $b = 0$, se observan oscilaciones persistentes de amplitud y periodo constante. Tales oscilaciones, se ven amortiguadas cuando b es incrementada, como lo muestran las figuras 3 (b) y 3 (c), para las cuales $b = 0.025$ eV nm y $b = 0.05$ eV nm, respectivamente.

En la figura 3 (a), podemos ver que para $b = 0$, la amplitud de las oscilaciones es constante, las cuales ocurren solamente en un cierto régimen Δx , en la vecindad de $x = 0$. Por otro lado, para b diferente de cero, la

amplitud decrece con el tiempo, y además, se presentan oscilaciones amortiguadas, como se puede ver en la fig. 3 (b). La fig. 3 (c) muestra oscilaciones sobre amortiguadas, esto es debido a una b mayor que la utilizada en la fig. 3 (b). Por lo tanto, podemos decir que la introducción de una parte imaginaria en el potencial absorbente, produce una supresión de las oscilaciones persistentes mostradas en la fig. 3 (a). Los efectos mostrados en esta figura ocurren solamente en el rango Δx , donde Δx es muy pequeño. Para x mayores a Δx , el comportamiento dinámico de la densidad de probabilidad como función del tiempo, es muy diferente, como mostraremos a continuación.

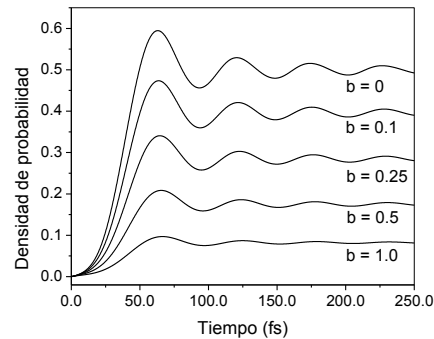


Figura 4. Densidad de probabilidad como función del tiempo para diferentes valores de la parte imaginaria de un potencial delta atractivo, a una posición $x = 20$ nm. El comportamiento dinámico es muy diferente al mostrado en la figura 3. Los valores asintóticos de la densidad de probabilidad disminuyen conforme b se incrementa. Se puede apreciar que las curvas muestran un comportamiento observado en el fenómeno de difracción en el tiempo. Los parámetros son los mismo que los da la figura 2, excepto el valor de b .

En la figura 4 se muestra la densidad de probabilidad como función del tiempo, para diferentes valores de la parte imaginaria b del potencial delta complejo. Para este caso, escogemos una x fija mayor que Δx , dada por, $x = 20$ nm. Podemos ver que hay un comportamiento de la dinámica de la densidad de probabilidad muy diferente al observado en las figuras 2 y 3. En este caso, el efecto de la parte imaginaria del potencial, es una disminución de la amplitud de densidad de probabilidad, además, podemos ver que se presenta un comportamiento conocido como difracción en el tiempo (Moshinsky, 1952).

El hecho de que para $x > \Delta x$, la densidad de probabilidad respecto a t muestre un patrón de difracción en el tiempo, es de gran importancia, ya que esto no da una pauta para hacer estudios del retraso temporal, de las partículas que interaccionan con el potencial delta respecto a las que se propagan libremente, esto de manera similar a los presentados en las referencias [Alberto y Gastón].

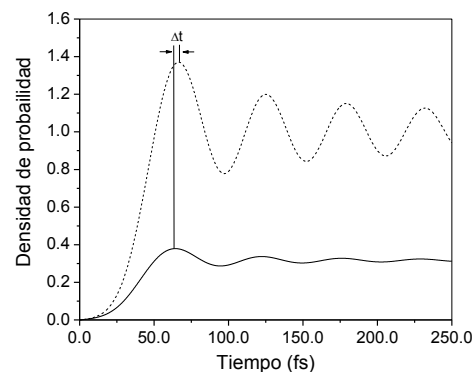


Figura 5. Se muestran dos gráficas de la densidad de probabilidad como función del tiempo para los casos libre (línea punteada) y potencial delta (línea continua) a una posición $x = 20$ nm. Se puede observar que las curvas muestran el comportamiento llamado, difracción en el tiempo (Moshinsky, 1952), pero con un avance temporal de $t = 2.23$ fs del caso delta con respecto al caso libre. Los parámetros son los mismos de la figura 2. Ver texto.

En la figura 5 se muestra la densidad de probabilidad como función del tiempo para los casos libre y delta (línea punteada y continua respectivamente), en ella se muestra un $\Delta t = 2.23$ fs, el cual hace referencia al retraso

temporal del caso delta con respecto al caso libre, considerando como referencia el primer máximo de la densidad de probabilidad, tanto del caso libre como del caso delta. Podemos decir que

$$\Delta t = t_{\delta} - t_f \quad (10)$$

Donde el t_{δ} y t_f corresponden al primer máximo de la densidad de probabilidad del caso delta y libre respectivamente.

Repetiendo este procedimiento, pero para diferentes valores de la parte imaginaria b del potencia y permaneciendo la parte real a fija, con un valor de 0.427 eV nm, obtenemos el retraso temporal como función de b mostrado en la figura 6.

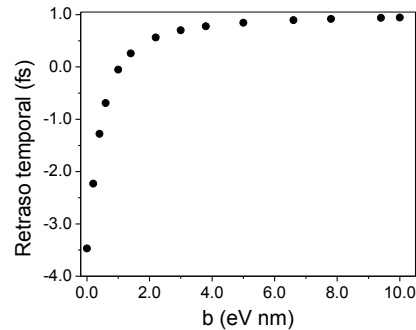


Figura 6. Comportamiento dinámico del retraso temporal como función de la parte imaginaria b de un potencial delta complejo atractivo. Se observa como al variar la parte imaginaria b del potencial, el retraso temporal es negativo (avance) para b pequeña, y conforme b aumenta, el retraso temporal crece tendiendo asintóticamente a uno.

Se puede ver que hay dos regímenes para el retraso temporal, en el primero, el retraso temporal es negativo, lo cual conlleva a un avance temporal, y en el segundo, el retraso temporal es positivo. Dicho cambio de avance a retraso temporal, ocurre para un valor de $b = 1.04$ eV nm. Esto es muy diferente al retraso temporal obtenido con un potencial real atractivo, donde el retraso temporal siempre es negativo (Mendoza Luna L. G. y G. García-Calderón, 2010), esto es, siempre hay un avance temporal.

Conclusiones

Se realizó un estudio en el cual, a partir de la solución analítica de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo, para un potencial delta atractivo, de intensidad compleja y con una condición inicial de obturador de onda plana absorbente, se estudió el comportamiento dinámico de la densidad de probabilidad como función del tiempo, para diferentes valores de la posición x . Encontramos que un efecto del potencial complejo, es amortiguar las oscilaciones que se presentan en el caso de un potencial cuya intensidad de la delta es real, lo anterior, con la posición fija en $x = 0$. Para valores mayores de x , se pudo observar que la densidad de probabilidad como función del tiempo, tiene un comportamiento igual al mostrado en el fenómeno de difracción en el tiempo. También se estudió para diferentes valores de la parte imaginara del potencial, el retraso temporal de la onda que interacciona con el potencial respecto a la que pasa libremente. Encontramos que hay dos regímenes para el retraso temporal, uno de retraso temporal negativo, esto es, un avance temporal, y otro de retraso temporal positivo. Para valores pequeños de b , el retraso temporal es negativo (avance temporal), mientras que para valores grandes de b , el retraso temporal es positivo, tendiendo a uno conforme la intensidad b se incrementa.

En estudios posteriores, se contempla estudiar el retraso temporal como función de la posición x , para este tipo de potencial.

Agradecimientos

Los autores agradecen el soporte financiero de FC-UABC con los proyectos P/PIFI 2011-02MSU0020A-08, y 400/1/C/110/18. Alberto H. agradece también el soporte financiero de la ECITEC-UABC con el proyecto No. 332/6/N/121/18.

Referencias

- Brouard S. y J. G. Muga, "Tunneling of narrow Gaussian packets through delta potentials" Phys. Rev. A. Vol. 54, 1996.
- Cerveró J. M. y A. Rodríguez, "Absorption in atomic wires," Phys. Rev. A. Vol. 70, 2004.
- Chaos Cador L. y G. García-Calderón, Phys. Rev. A. "Resonant states for complex potentials and spectral singularities," Vol. 90, 2014.

- del Campo A., G. García-Calderón, y J. G. Muga, "Quantum transients," *Physics Reports*. Vol. 476, 2009.
- Elberfeld W. y M. Kleber, "Time-dependent tunneling through thin barriers: A simple analytical solution" *Am. J. Phys.* Vol. 56, 1988.
- Feschbach G., C. E. Porter, and V. F. Weisskopf. "Model for Nuclear Reactions with Neutrons," *Phys. Rev.* Vol. 96, 1954.
- García Calderón G., "Theory of Resonant States: An Exact Analytical Approach for Open Quantum Systems," *Advances in Quantum Chemistry* Vol. 60, 2010.
- García Calderón G. y A. Rubio. "Transient effects and delay time in the dynamics of resonant tunneling," *Phys. Rev. A*. Vol. 55, 1997.
- García Calderón G. y A. Rubio, "Effect of inelastic processes on the elastic width in resonant structures," *Phys. Rev. B*. Vol. 46, 1992.
- Hernández A. y G. García-Calderón, "Quantum shutter transient solutions and the delay time for the d potential," *Phys. Rev. A*. Vol. 68, 2003.
- Kleber M., "Exact solution for time-dependent phenomena in quantum mechanics," *Phys. Rep.* 1994.
- Kocinac S. Lj. S. y V. Milanovic, "Tunneling times in complex potentials," *Phys. Lett. A*. Vol. 372, 2008.
- Moshinsky M. "*Diffraction in time*," *Phys. Rev.* Vol. 88, 1952.
- Mendoza Luna L. G. y G. García-Calderón. "Bound-state-induced persistent oscillations in the transient behavior of the probability density for the attractive δ potential," *Phys. Rev. A*. Vol. 81, 2010.
- Patrici Molinás Mata y Pau Molinás-Mata, "Electron absorption by complex potentials: One-dimensional case," *Phys. Rev. A*. Vol. 54, 1996.
- Szriftgiser P., D. Gurey-Odelin, M. Arndt, y J. Dalibard. "Atomic wave diffraction and interference using temporal slits," *Phys. Rev. Lett.* Vol. 77, 1996.
- Stone A. D. y P. A. Lee, "Effect of Inelastic Processes on Resonant Tunneling in One Dimension," *Phys. Rev. Lett.* Vol. 54, No. 11, 1985.
- Teranishi N., A. M. Kriman y D. K. Ferry, "Superlatt. Microstruct." 1987.

Determinación de parámetros principales para la síntesis de un material refractario con fase Mullítica

Dr. Alberto Hernández Maldonado¹, Cesar Verduzco Medina², M. en C. Benjamín González Vizcarra³, José Navarro Torres⁴

Resumen - Con base en la composición estequiométrica de la fase Mullita obtenida del diagrama ternario SiO_2 - Al_2O_3 - CaO , se consideraron distintas composiciones químicas tiempos y temperaturas, esto con el objetivo de buscar las condiciones óptimas para lograr la fase cristalina de Mullita. Del presente estudio se concluye que para la obtención de dicha fase, es necesario sinterizar las mezclas a temperaturas del orden de 1400°C , por tiempos de sinterizado mayor a 10 horas; además de la mejora de las condiciones de mezclado y prensado.

Palabras clave—estequiometría fase Mullita, composición Mullítica, síntesis material refractario.

Introducción

Durante mucho tiempo el hombre utilizó los materiales sin tener conocimientos de los mismos. Como ejemplo de ello son la fabricación de casas de adobe, o la utilización de metales para armaduras y armas. Más recientemente se comenzaron a utilizar los polímeros como materiales (Ralph A. Burn, 2003), pero hoy en día existe la necesidad de tener materiales más complejos o con utilidades específicas para desempeñar diversas funciones (Askeland *et al.* 2004, Donald R. y Phulé Pradeep P.). Para lo cual se mezclan diferentes materiales para producir un nuevo, con ciertas características deseadas, por ejemplo, las aleaciones de aluminio con otros metales (Schmid Steven R., 2002) para aumentar sus propiedades físicas, pero con un peso mucho menor, en otras palabras, los materiales compuestos (Askeland *et al.* 2004, Donald R. y Phulé Pradeep P.) se conforman de dos o más materiales para la obtención de uno nuevo, con propiedades superiores a las de los materiales que les preceden.

Los materiales cerámicos son materiales inorgánicos no metálicos (Askeland *et al.* 2004, Donald R. y Phulé Pradeep P.), los cuales tienen un módulo de Young, punto de fusión y resistencia muy elevados, pero estos materiales presentan una ruptura frágil (Anglada Gomila Marc J., 2002). Esto hace que los materiales cerámicos sean imposibles de maquinarse, razón por la cual, en dichos materiales se realiza la sinterización.

Un material de especial interés es la llamada mullita, la cual fue encontrada por primera vez en Mull (Bowen N.L. *et al.* 1924, J.W. Greig y E.G. Zeiss), esta es una isla de Escocia. Los geólogos indican que en este lugar se encuentra una presión y una temperatura muy particulares, que son las necesarias para poder fabricar mullita de forma natural. En este mismo lugar se encontró el yacimiento natural más grande de mullita. Fue nombrada mullita por la isla en que fue descubierta.

En la vida cotidiana podemos encontrar Mullita en muchos objetos con los cuales tenemos contacto, tales como las porcelanas, refractarios con contenidos altos de alúmina, etc. Casi cualquier material que cuente con un alto nivel de alúmina y alta temperatura, podría desarrollar cristales de Mullita (Cavaliere A.L. *et al.* 1990, P. Pena y de Aza S.).

La mullita se forma de la refundición de arcillas de erupciones volcánicas (Bowen N.L. *et al.* 1924, J.W. Greig y E.G. Zeiss). Se utiliza para hacer cerámicos y aumentar las propiedades antes mencionadas, ésta tiene cristales en forma de aguja, que fortalecen sus propiedades cerámicas, además, es un material refractario (Askeland *et al.* 2004, Donald R. y Phulé Pradeep P.).

Durante esta investigación, se tomará un material cerámico compuesto por polvos de Silicio (SiO_2), Alúmina (Al_2O_3) y Oxido de Calcio (CaO), buscando obtener la fase mullita para aprovechar sus propiedades refractarias, para su potencial uso en la industria aeroespacial.

¹ El Dr. Alberto Hernández Maldonado es profesor investigador de tiempo completo y responsable de la Academia de Física en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. hernandez.alberto@uabc.edu.mx (autor correspondiente).

² Cesar Verduzco Medina es estudiante de Ingeniería Aeroespacial en el Centro de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. Verduzco.cesar@uabc.edu.mx.

³ El M. en C. Benjamín González Vizcarra es profesor de tiempo completo, coordinador de la carrera de Ingeniería Mecánica, y Líder del CA de Optimización de Sistemas Mecánicos en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. bgonzalez79@uabc.edu.mx

⁴ El M. en C. José Navarro Torres es profesor de tiempo completo, coordinador de la carrera de Ingeniería Eléctrica y Miembro del CA de Optimización de Sistemas Mecánicos en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. jnavarro85@uabc.edu.mx

La principal propiedad de la mullita que se desea estudiar, es la resistencia a temperaturas elevadas, debido a que el medio en el cual pudiera ser utilizado, está sujeto a dichas temperaturas.

El objetivo del presente trabajo, es obtener la fase mullita (Bowen N.L. *et al.* 1924, J.W. Greig y E.G. Zeiss) del diagrama de fases trifásico de Sílice (SiO₂), Alúmina (Al₂O₃) y Oxido de Calcio (CaO) (de Aza A.H. *et al.* 2011, P. Pena, A. Caballero, de Aza S.), para su potencial aplicación en la industria aeroespacial. Lo anterior es debido a sus propiedades refractarias, su resistencia a altas temperaturas, choque térmico y quiebre (Askeland *et al.* 2004, Donald R. y Phulé pradeep P.).

Metodología

En este trabajo se debieron realizar diferentes procesos para poder obtener los resultados deseados. En primer lugar fue necesario definir la concentración molar en cada uno de los componentes y mezclarlas, para posteriormente compactar los polvos con la ayuda de un dado y la máquina de ensayos universal “Shimadzu”. Esto con el fin de obtener pastillas de un tamaño adecuado (28.575 mm de diámetro por una altura de 5 mm) que posteriormente fueron tratadas térmicamente (sinterizado) a distintos tiempos y temperaturas.

Metodología experimental

La tabla 1 muestra las diferentes composiciones estequiométrica de Al₂O₃- CaO₂ - SiO₂, así como los tiempos y temperaturas a las que se sinterizaron las pastillas.

Tabla 3.1 Parámetros de composición estequiométrica, tiempo y temperatura de las pastillas sinterizadas.

Prueba.	Material	Fase	Tiempo	Temperatura.	% de la composición Química.		
					Al ₂ O ₃	CaO ₂	SiO ₂
1	M1	Mullita	10 horas	1450	69	22	9
	M2	Mullita	10 horas	1450	72	20	8
2	M3	Mullita	12 horas	1360	69	22	9
	M4	Mullita	10 horas	1360	72	20	8
3	M5	Mullita	10 horas	1360	69	22	9
	M6	Mullita	10 horas	1360	72	20	8
4	M7	Mullita	12 horas	1450	69	22	9
	M8	Mullita	12 horas	1450	72	20	8

Desarrollo experimental

Para el procesamiento de las pastillas con la ayuda de una balanza analítica fue necesario pesar las cantidades estequiométricas para cada pastilla, de la siguiente manera: primero el SiO₂, la Al₂O₃ y finalmente el CaO. Una vez realizado este proceso se vertieron a un solo recipiente la composición para cada pastilla, en el que se mezclaron mediante un molino de bolas por el lapso de 6 horas con el fin de obtener una mezcla homogénea de los tres óxidos.

Es importante destacar que antes de verter los polvos en el recipiente, éste sea limpiado, al igual que los balines, esto con el propósito de reducir o eliminar los posibles agentes infectantes dentro de las mezclas. Después de haber mezclado bien los óxidos se pesó una cantidad de 2.5 gramos, cantidades necesaria para cada una de las pastillas.

Con la ayuda de una preforma (dado) y la máquina de ensayos universal “Shimadzu” se compactaron los polvos para formar las pastillas, mediante un proceso de compactación escalonado. La primera compactación se llevó a cabo a 2 toneladas; la segunda compactación se realizó a las 4 toneladas; la tercera compactación se realizó a 6 toneladas y por último se realizó una compactación de 8 toneladas, con un tiempo de compactación de 20 minutos (5 minutos etapa). El tiempo que dura la pastilla a esta presión es necesario, debido a que los polvos se compactan de una forma mucho más adecuada, debido a que van llenando los espacios entre ellos de una forma más conveniente, obteniendo así la pastilla más adecuada para realizar la sinterización.

Una vez que fueron compactadas las muestras se desarrolló el tratamiento térmico de sinterizado el cual consiste en elevar paulatinamente la temperatura de las pastillas manteniéndolas por lapsos de tiempos prolongados con el propósito de densificarlas. Esta etapa se llevó a cabo en un horno de tratamientos térmicos, el cual está equipado con un sistema de control con el cual se programó la rampa de calentamiento lento de 5°C/min para alcanzar temperaturas de 1360 y 1450°C, con tiempos de permanencia de 10 y 12 horas, tal y como se indica la tabla 1.

Una vez que se sinterizaron las pastillas con las composiciones estequiométricas, tiempos y temperaturas de sinterizado se evaluó mediante inspección visual y un comparador óptico a 10X la estabilidad mecánica de cada pastilla, con el fin de seleccionar las pastillas que serán evaluadas mediante microscopía electrónica de barrido (MEB/EDS) y difracción de rayos X (DRX).

Resultados

1.1. Resultados obtenidos con el comparador óptico

Una vez que las muestras fueron sinterizadas, lo primero que se evaluó fue su estabilidad mecánica. Posteriormente las muestras fueron evaluadas mediante un comparador óptico con un lente de 10X, en el cual se observaron dos zonas; una correspondiente a la formación de cristales (primer plano flechas amarillas) y una segunda fase de mayor proporción blanca y lisa (segundo plano zona roja) correspondiente al masa del material compactado tal y como lo evidencia las fotografías 1 y 2.



Figura 1.- Aspecto de la pastilla M5 en la que se observa dos fases una correspondiente a la formación de cristales y una segunda fase de mayor proporción blanca y lisa”.



Figura 2.- Aspecto de la pastilla M8 en la que se observa dos fases una correspondiente a la formación de cristales y una segunda fase de mayor proporción blanca y lisa”.

Con los resultados de estabilidad mecánica y de la inspección visual en el comparador óptico se determinó que las muestras **M5** (69%(SiO₂), 22%(Al₂O₃) y 9%(CaO), a una temperatura de 1360°C) y **M8** (72% (SiO₂), 20% (Al₂O₃) y 8%(CaO) a una temperatura de 1450°C) fueran las que se evaluaron mediante MEB y DRX con el propósito de evaluar el grado de densificación (sinterización) y la identificación de las fases obtenidas respectivamente.

1.1 Resultados de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)

1.1.1 Resultados MEB para M5 (69%(SiO₂), 22%(Al₂O₃) y 9%(CaO), a una temperatura de 1360°C).

La fotografía 3 muestra el aspecto general de la superficie de la pastilla M5, en la que se observa una superficie densificada homogénea con una porosidad superficial (ver flechas amarillas). La fotografía 4 muestra una vista cercana de la superficie identificada con un recuadro verde, en el que se aprecian tres zonas: una asociada a los poros (línea roja), otras zonas protuberantes brillante de color blanco asociadas con la formación de pequeños cristales o una fase vítrea con el que se asume y asocia a microfusión del material (flechas amarillas) y una tercera zona que se observa en segundo plano asociada a la base de material densificado (línea de contorno azul).

La figura 1 muestra el resultado del microanálisis de la superficie densificada en la que se observa que se evidencia que el Si es el componente en mayor proporción cuya proporción en óxidos es de 86.94% de SiO₂, 7.87% de Al₂O₃ y 5.19 de CaO composición similar a la composición estequiométrica inicial.

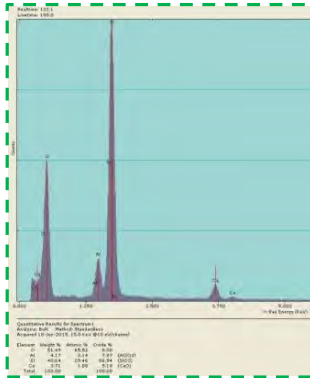
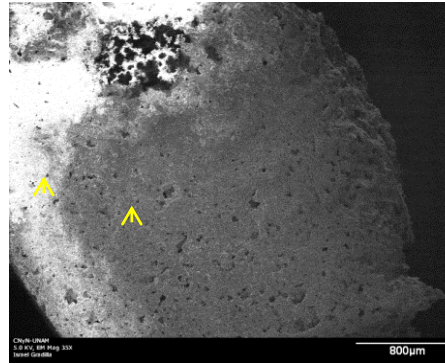
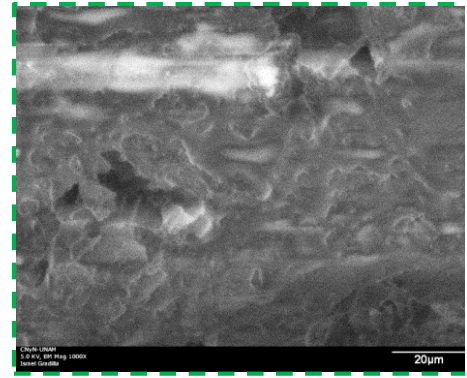


Figura 1.-Espectro de EDS en superficie de pastilla M5.



Fotografía 3.- Aspecto general de la superficie de la pastilla M5 en la que se aprecia una superficie densificada homogénea con una porosidad, MEB a 35X.



Fotografía 4.- Vista cercana de la superficie de la pastilla M5 en la que se aprecia tres zonas una asociada a los poros (línea roja), otras zonas protuberantes brillante de color blanco (flechas amarillas) y una tercera zona que se observa en segundo plano asociada a la base de material densificado, MEB a 1,000X”.

1.1.2 Resultados SEM para M8 (72% (SiO₂), 20% (Al₂O₃) y 8%(CaO) a una temperatura de 1450° C).

De igual manera que la muestra M5, la muestra M8 fue evaluada en la que se observa una superficie densificada homogénea con una porosidad superficial ver fotografía 5. Mediante un acercamiento a dicha zona se puede apreciar tres zonas, una asociada a los poros (línea punteada), otras zonas protuberantes brillante de color blanco asociadas con la formación de pequeños cristales o una fase vítrea con el que se asume y asocia a microfusión del material (flechas amarillas) y una tercera zona que se observa en segundo plano asociada a la base de material densificado (línea de contorno azul) ver fotografía 6.

La figura 2 muestra el resultado del microanálisis de la superficie densificada en la que se observa que se evidencia que el Si es el componente en mayor proporción cuya proporción en óxidos es de 85.34% de SiO₂, 7.9% de Al₂O₃ y 6.77% de CaO, composición similar a la composición estequiometrica inicial.

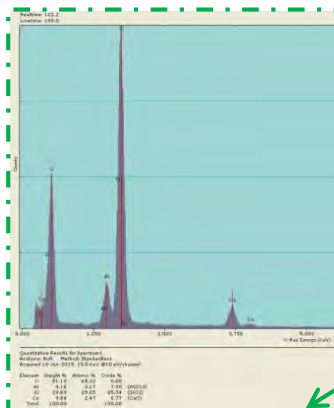
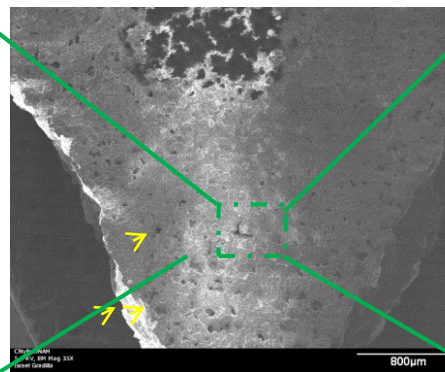
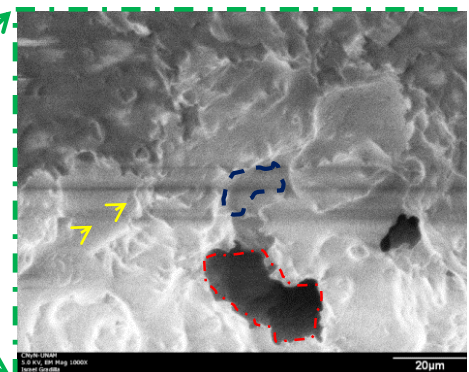


Figura 2.-Espectro de EDS en superficie de pastilla M8.



Fotografía 5.- Aspecto general de la superficie de la pastilla M8 en la que se aprecia una superficie densificada homogénea con una porosidad, MEB a 35X.



Fotografía 6.- Vista cercana de la superficie de la pastilla M8 en la que se aprecia tres zonas una asociada a los poros (línea roja), otras zonas protuberantes brillante de color blanco (flechas amarillas) y una tercera zona que se observa en segundo plano asociada a la base de material densificado, MEB a 1,000X”.

1.2 Resultados de DRX (Difracción de rayos X).

1.2.1 Resultados de difracción de rayos X (DRX).

El análisis de DRX es importante ya que con este estudio se determina si se obtuvo la fase cristalina que se pretende obtener; la imagen 3 muestra el patrón de difracción de las muestras M5 y M8 en el que se aprecia que los picos con mayor intensidad son los identificados en los ángulos 23, 36 y 56.5 grados. Los cuales corresponde a un compuesto de silicio distinto a la fase de mulita que esperamos encontrar. Los ángulos de difracción de la fase de mulita son de **26, 35, 44 y 58** grados

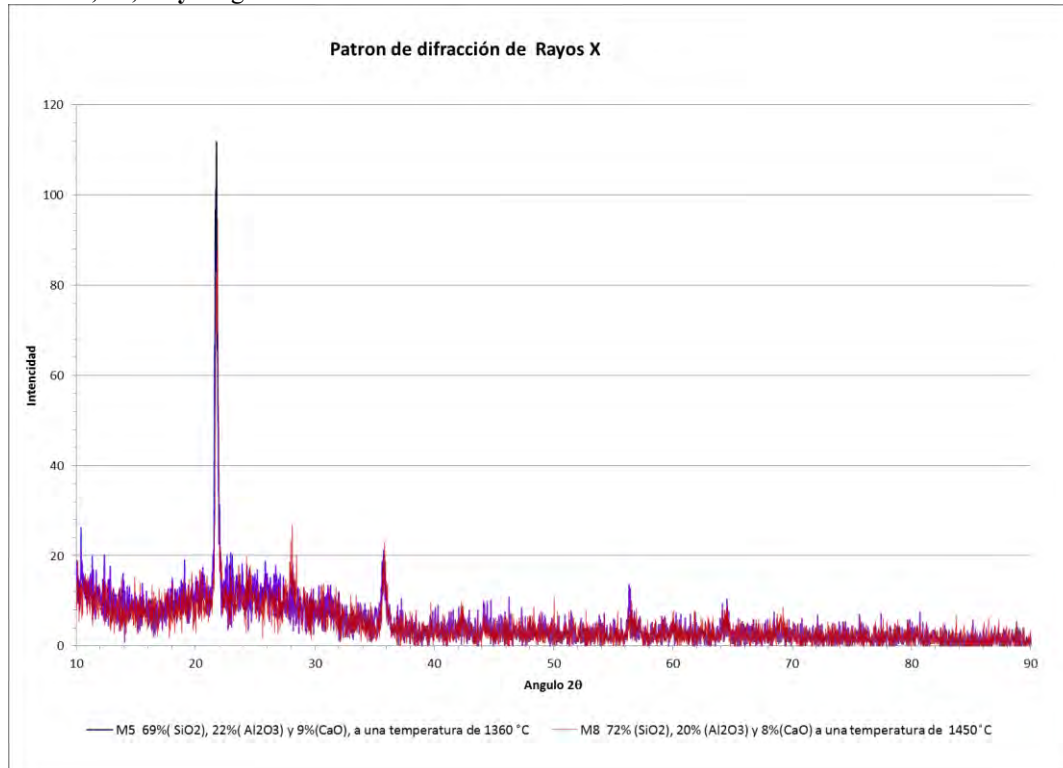


Figura 2.-Espectro de DRX en la que se aprecia que los ángulos de mayor intensidad son de 23, 36 y 56.5 grados mismos que corresponde a una fase cristalina de silicio.

Conclusiones

Del presente estudio podemos decir que se adquirió suficiente experiencia en la determinación de los principales parámetros para la obtención de la fase Mullita, mediante el sinterizado de los compuestos SiO_2 , Al_2O_3 y CaO . Se encontró que las muestras que tienen mayor estabilidad son las que se trataron a temperaturas de 1360°C y 1450°C por un tiempo de 10 horas, con una composición estequiométrica de Al_2O_3 al 69%, CaO al 22%, SiO_2 al 9% y Al_2O_3 al 72%, CaO al 20% y SiO_2 al 8% respectivamente. En ambas muestras se observó una densificación heterogénea con poros, producto de la microfusión. Por los resultados de DRX (difracción de rayos X) se determinó que la fase obtenida fue la de un silicato de calcio ($\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$). Se concluye que las condiciones óptimas para la obtención de la fase Mullítica son: sinterizar las mezclas a temperaturas del orden de 1600°C , por tiempos de sinterizados mayores a 12 horas; además de la mejora de las condiciones de mezclado y prensado. Lo anterior es válido para las dos composiciones estequiométricas.

Finalmente, cabe decir que para este estudio se utilizaron diferentes equipos, tales como: Horno, comparador óptico, microscopio electrónico de barrido (MEB) y difracción de rayos X (DRX).

Agradecimientos.

Al Cuerpo Académico de optimización de sistemas mecánicos del ECITEC-UABC.

Alberto H. agradece también el soporte financiero de la ECITEC-UABC con el proyecto No. 332/6/N/121/18.

Al CNYN de la UNAM, en particular al Dr Eduardo Antonio Murillo Bracamontes y a la M. en C. Eloísa Aparicio Ceja por el apoyo con los estudios de DRX y al Ing. Israel Gradilla Martínez por el apoyo con los estudios de MEB.

Referencias

- Anglada Gomila Marc J.. (2002). *Factura de materiales*. (ED) Univ. Plitec. De Cataluña. pag. 169.
- Askeland, Donald R. & Phulé Pradeep P. (2004). *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. (ED) International Thomson Editores, S.A. pag. 17.
- Askeland, Donald R. & Phulé Pradeep P. (2004). *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. (ED) International Thomson Editores, S.A. Cap. 16
Materiales compuestos, trabajo en equipo y energía en los materiales. pag. 721 – 756.
- Askeland, Donald R. & Phulé Pradeep P. (2004). *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. (ED) International Thomson Editores, S.A. Cap. 14
Materiales cerámicos. Pag. 626 – 657.
- Bowen N.L. J.W. Greig, y E.G. Zeiss (1924). *Mullite, a new Silicate of alumina*.
- Cavaliere A.L., P. Pena, S. de Aza. (1990). *Mullita: Naturaleza de la fusión de solución sólida*. Departamento de Cerámica. Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC. Agranda del Rey (Madrid – España).
- de Aza A.H., P. Pena, A. Caballero, de Aza S. (2011) *Los diagramas de equilibrio de fases como herramienta para el diseño y comprensión del comportamiento de los materiales refractarios*. Departamento de Cerámica. Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC. Agranda del Rey (Madrid – España).
- Ralph A. Burns. *Fundamentos de química*. (4ª ED.) Pearson Educación, 2003. Pag. 13.
- Schmid Steven R., *Manufactura, ingeniería y tecnología*. (ED) Pearson Educacion, 2002. Pag 165.

Simulador Termodinámico de Centrales Geotérmicas en Engineering Equation Solver (EES) para apoyar el desarrollo de competencias profesionales del Ingeniero Mecánico

Dr. Emilio Hernandez Martinez¹, M. en C. Benjamín González Vizcarra², José Navarro Torres³, M. en C. Juan Antonio Paz González⁴, Irwin Moses Macías Rodríguez⁵

Resumen - El presente trabajo en donde se describe el diseño, desarrollo, evaluación e implementación de un Simulador Termodinámico de Centrales Geotérmicas así como su aplicación en los contenidos prácticos de las unidades de aprendizaje de: Termodinámica y Maquinas Térmicas, mismas que se ofertan en el programa de estudios de Ingeniería Mecánica de la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (ECITEC) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), describiendo las bondades del software realizado en Engineering Equation Solver (EES) para propiciar el aprendizaje basado en simulación, en el cual se pueden realizar análisis de las diversas variables termodinámicas de las centrales geotérmicas de flash simple, flash doble y binario para el desarrollo de las competencias profesionales de los estudiantes en el ámbito laboral.

Palabras clave: Simulación termodinámica, Engineering Equation Solver (EES), centrales geotérmicas, flash simple, flash doble y ciclo binario

Introducción

La demanda de energía a nivel mundial está aumentando debido al crecimiento demográfico, al desarrollo industrial y por el aumento de la necesidad de calidad de vida en numerosas comunidades (Dincer, Hussain, & Al-Zaharnah, 2006), (Ahmadi, Rosen, & Dicer, 2011). Para satisfacer dicha demanda se utilizan fuentes de energías que en la gran mayoría provienen de los combustibles fósiles utilizados en la operación de las centrales termoeléctricas, gasoeeléctricas y carboeléctricas, debido a la limitación de reservas, su futuro agotamiento y los impactos ambientales que esto genera el mundo se enfrentará a una crisis energética y ambiental en un futuro cercano. Una de las alternativas más prometedora es la sustitución de los combustibles fósiles por energía geotérmica ya que ha demostrado ser fiable, limpia y segura (Ganjehsarabi, Gungor, & Dincer, 2012). Por tal motivo, el presente trabajo consiste en realizar un simulador termodinámico de centrales geotérmicas utilizando el software EES: Engineering Equation Solver para su aplicación en el programa académico de Ingeniería Mecánica de la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (ECITEC) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), en el cual se pueden realizar análisis de la eficiencia de las centrales geotérmicas de flash simple, flash doble y binario para el desarrollo de las competencias profesionales de los estudiantes.

¹ El Dr. Emilio Hernández Martínez es profesor de tiempo completo de la carrera de Ingeniería Mecánica en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. emilio.hernandez.martinez@uabc.edu.mx (autor corresponsal).

² El M. en C. Benjamín González Vizcarra es profesor de tiempo completo y coordinador de la carrera de Ingeniería Mecánica en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. bgonzalez79@uabc.edu.mx

³ El M. en C. José Navarro Torres es profesor de tiempo completo y coordinador de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. jnavarro85@uabc.edu.mx

⁴ El M. en C. Juan Antonio Paz González es profesor de tiempo completo de la carrera de Ingeniería Mecánica en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. pazi@uabc.edu.mx

⁵ Irwin Moses Macías Rodríguez es alumno de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. irwin.macias@uabc.edu.mx

Antecedentes

La energía geotérmica es la energía contenida en forma de calor en el interior de la tierra. El origen de este calor está relacionado con la estructura interna de nuestro planeta y los procesos físicos que ocurren allí. A pesar del hecho de que los recursos geotérmicos de la tierra son enormes cantidades prácticamente inagotables, en la corteza de la tierra, por no hablar de las partes más profundas de nuestro planeta, que se distribuye de manera desigual, rara vez se concentra, y a menudo a profundidades demasiado grandes para ser explotado industrialmente. La energía geotérmica se puede aplicar para diferentes propósitos de acuerdo al rango de temperatura o lo que es lo mismo, su entalpía (Sánchez, Sanz, & Ocaña, 2011): Recursos geotérmicos de alta entalpía ($T > 150\text{ }^{\circ}\text{C}$), Recursos geotérmicos de media entalpía ($T: 100\text{-}150\text{ }^{\circ}\text{C}$), Recursos geotérmicos de baja entalpía ($T: 30\text{-}100\text{ }^{\circ}\text{C}$) y Recursos geotérmicos de muy baja entalpía ($T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$).

En la actualidad existen preocupaciones en cuanto a la seguridad energética a largo plazo a nivel mundial debido a la creciente demanda de energía de nuestra moderna sociedad. Se tiene conciencia que en la actualidad existen reservas de combustibles fósiles para satisfacer la demanda energética mundial, sin embargo se debe atender la planificación de la infraestructura energética futura ya que dichos combustibles son de carácter finito. Esta es una razón para continuar con el desarrollo y aplicación de los recursos de energía renovables, como la hidroeléctrica, eólica, geotérmica y la energía solar. Hoy en día, todas estas fuentes de energía renovables tienen limitaciones que les impiden ser un importante contribuyente a la oferta de energía. Existen preocupaciones ambientales asociadas a la energía hidroeléctrica, y problemas de fiabilidad y eficacia de la energía solar y eólica.

La energía geotérmica se ha basado en gran medida en raras regiones geológicas que contienen la presencia de depósitos hidrotermales, lo que limita su contribución. Sin embargo, los recientes avances en la tecnología de estimulación de yacimientos proporcionan esperanza de que el potencial sin explotar de la energía geotérmica se pueda utilizar en las próximas décadas (Peluchette, 2013). Por tal motivo la energía geotérmica va a ser una fuente de energía atractiva debido a los crecientes precios del petróleo y las preocupaciones de contaminación ambiental. Dado que el precio del petróleo ha alcanzado su punto máximo y los esfuerzos necesarios para encontrar fuentes alternativas de energía. La energía geotérmica es más competitiva en comparación con los sistemas convencionales de combustible fósil, por lo anterior el uso directo de la energía geotérmica se ha incrementado aproximadamente el doble en los últimos cinco años (Yari, 2010).

Las centrales geotérmicas instaladas en el mundo han sido clasificadas de acuerdo a la siguiente categoría: Planta de vapor seco, Planta de simple flash, Planta de doble flash, Planta binaria/combinada/híbrida y Planta de presión de retorno. Las mayores proporciones son las de las unidades de vapor seco y simple flash, que representan aproximadamente dos tercios de la capacidad total instalada. Las plantas binarias, a pesar de su baja posición en esta clasificación mundial debido a su característica de capacidad limitada, se están volviendo cada vez más común y aceptada. (Jalilinasrabad, Itoi, Valdimarsson, Saevarsdottir, & Fujii, 2012).

Desarrollo de simulador geotérmico

La Simulación como término educativo es definido con el objetivo de: “Situación a un educando en un contexto que imite algún aspecto de la realidad y en establecer en ese ambiente situaciones, problemáticas o reproductivas, similares a las que él deberá enfrentar” (Salas & Ardanza, 2004); Para el desarrollo de prácticas de aprendizaje se hace uso de herramientas y aplicaciones computacionales que proporcionen los recursos idóneos para generar el escenario requerido en la simulación, nombrado: Simulador.

La autora Luz M. Gómez indica que la simulación con fines educativos se basa en la implementación de métodos que describen una réplica artificial de los procesos que se realizan para el logro de las competencias específicas de un curso (Gómez, 2004), de esta manera el estudiante tiene un acercamiento con situaciones y problemáticas a las que se enfrentará en su labor profesional. En el programa educativo de Ingeniería Mecánica se decide realizar un simulador

de centrales geotérmicas donde el estudiante pueda realizar ejercicios prácticos en el cual resuelva problemáticas apegadas a los procesos cotidianos de una central geotérmica, entendiendo las implicaciones en las variaciones de las diferentes propiedades termodinámicas del sistema.

Debido al vertiginoso desarrollo en los tópicos de inteligencia artificial, procesadores innovadores, realidad virtual, sistemas inteligentes y lenguajes de programación los procesos de simulación se han implementado en múltiples procesos, uno de ellos es el de enseñanza-aprendizaje, lo cual es tema del presente trabajo en donde se describe el desarrollo e implementación de un Simulador Térmico para materias de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (ECITEC) de la Universidad Autónoma de Baja California(UABC).

Se desarrolló un Simulador Termodinámico de Centrales Geotérmicas que opera en ambiente Windows y escrito en lenguaje EES: Engineering Equation Solver (Figura 4), con la intención de generar una interfaz amigable al usuario así como disponer de diversas herramientas como una amplia gama de fluidos de trabajo, propiedades termodinámicas y la programación secuencial en base a la metodologías de cálculos termodinámicos para ciclos de potencia geotérmicos; El simulador se estructura con ventana individual de captura de información, código fuente, tablas de resultados y gráficas de resultados.

El simulador está dividido en tres tipos de centrales geotérmicas: a) Simple Flash; b) Doble Flash; c) Binaria, en la Figura 1, Figura 2 y Figura 3 se muestra las pantallas antes mencionadas.

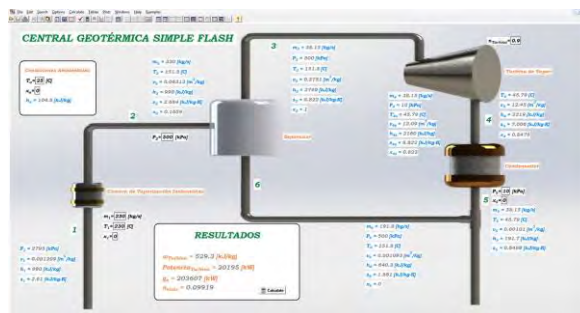


Figura 1. Simple Flash



Figura 2. Doble Flash



Figura 3. Ciclo Binaria

Metodología

El código fuente de análisis para las diferentes centrales geotérmicas se basa en los principios fundamentales de la termodinámica; A) El principio de conservación de la energía (Primera Ley de la Termodinámica) y B) El principio de conservación de la masa. Que se encuentra en los libros de texto de termodinámica estándar como son el caso de Cengel y Boles (Termodinámica, 2012) y Moran y Shapiro (Fundamentos de Ingeniería Termodinámica, 2011).

Cámara de vaporización instantánea

El ciclo termodinámico inicia comienza con geofluido a la salida del pozo bajo presión, cerca de la curva de saturación, que entra a una cámara de vaporización instantánea que se modela como un proceso isoentálpico (entalpía constante), en estado estacionario, esencialmente adiabáticamente (sin pérdidas o ganancias de calor), y sin intervención de trabajo. Además se considera despreciable los cambios de energía cinética y energía potencial a medida que experimenta la vaporización.

$$h_{inicial}=h_{final} \quad (1)$$

Separador

El proceso de separación se realiza al terminar el proceso de vaporización, modelándose como un proceso isobárico (presión constante) y adiabático, donde la calidad (fracción de vapor) de la mezcla liquido vapor que se forma después de vaporización es dirigida a la turbina para su expansión. Mientras el líquido es dirigido a reinyección o a otro separador dependiendo del esquema de la central geotérmica.

$$P_{inicial}=P_{final} \quad (2)$$

$$h=h_f+xh_g \quad (3)$$

Turbina

La turbina se modela como un proceso isoentrópico (entropía constante), adiabático y despreciando los cambios de energía cinética y energía potencial. Al final se realiza un ajuste con la eficiencia isoentrópico de la turbina para el cálculo de las propiedades reales.

$$S_{inicial}=S_{final} \quad (4)$$

$$n_{Turbina}=(h_{inicial}-h_{final})/(h_{inicial}-h_{final} \text{ isoentrópico}) \quad (5)$$

Condensador

El condensador es modelado como un proceso isobárico, adiabático, despreciando los cambios de energía cinética y energía potencial. Considerando una calidad final de líquido saturado el cual se reinyecta al yacimiento.

$$P_{inicial}=P_{final} \quad (6)$$

$$x_{final}=0 \quad (7)$$

Bomba

La bomba se modela como un proceso isoentrópico, adiabático y despreciando los cambios de energía cinética y energía potencial. Al final se realiza un ajuste con la eficiencia isoentrópico de la bomba para el cálculo de las propiedades reales.

$$S_{inicial}=S_{final} \quad (8)$$

$$n_{Bomba}=(h_{final} \text{ isoentrópico}-h_{inicial})/(h_{final}-h_{inicial}) \quad (9)$$

Intercambiador De Calor

El proceso de intercambio de calor se realiza como un proceso isobárico, adiabático y despreciando los cambios de energía cinética y energía potencial.

$$P_{inicial}=P_{final}$$

Análisis de resultados

La validación del simulador se lleva a cabo probando su respuesta contra los diferentes ejercicios propuestos por la bibliografía de sistemas geotérmicos. Esta validación tiene como principales objetivos: Comprobar que todos los modelos termodinámicos son reproducibles en el simulador adecuadamente, verificación de cada uno de los estados que componen el sistema y comprobar que tenga un comportamiento correcto en el despliegue de resultados que se muestran en el Cuadro 1.

	Simulación Simple Flash	Cengel - Boles (2012)	Simulación Doble Flash	Cengel - Boles (2012)	Simulación Binario	Cengel - Boles (2012)
Potencia de la Turbina de Vapor 1 (MW)	15.396	15.410	15.396	15.410	15.396	15.410
Potencia de la Turbina de Vapor 2 (MW)	-	-	5.198	5.191	-	-
Potencia de la Turbina de Fluido Orgánico (MW)	-	-	-	-	6.136	6.139
Eficiencia Térmica de la Planta (%)	7.560	7.570	10.110	10.100	10.570	10.600

Cuadro 1. Cargas de refrigeración y calefacción

En Cuadro 1 se puede observar que los resultados de las simulaciones para las diferentes centrales geotérmicas son próximos a los reportados por (Cengel & Boles, 2012), prestando atención con mayor detenimiento y comparando entre sí cada central geotérmica se hace evidente que las centrales geotérmicas binarias presentan la mejor eficiencia térmica de planta con geofluidos con propiedades termodinámicas iguales a las otras centrales, por tal motivo dichas centrales son unas de las tecnologías geotérmica emergentes a nivel mundial (Aneke, Agnew, & Underwood, 2011), (Yari, 2010).

Conclusiones

La simulación termodinámica es el estudio de un sistema o de sus partes mediante el análisis de sus propiedades termodinámicas, representación matemática y/o su modelo físico. El diseño y operación de una central geotérmica se facilita cuando se emplea un modelo termodinámico que simule adecuadamente el proceso en condiciones normales o fuera de éstas de operación. Inclusive, se pueden encontrar las condiciones de operación prohibidas para el sistema, que ayudara a los estudiantes a desarrollar sus competencias profesionales.

El aprendizaje basado en simulación ha propiciado un espacio de desarrollo en los estudiantes obteniendo un aprendizaje significativo al analizar ejercicios complejos en un menor tiempo; En cuanto a procesos administrativos y de planeación de los cursos, el uso del simulador de centrales geotérmicas ha permitido realizar prácticas claras de temas en donde hubiera sido imposible, esto por diversos factores como: Falta de infraestructura, falta de acceso a los datos, el tiempo estimado para la captura de datos en campo sobrepasa el límite de los semestre de clase, entre otras.

Recomendaciones

El siguiente paso a seguir, formalizar una vinculación con empresas del ramo de la generación de energía eléctrica basada en recursos geotérmicos como es el caso de la Comisión Federal de Energía (CFE) y todas aquellas empresas que lleguen a México con el esquema de la reforma energética 2014 (Ejecutivo Federal, 2014), esto ayudara en gran medida a las futuras mejoras del simulador de centrales geotérmicas apegándose a un proceso productivo real y medible cuantitativamente. Además, se podrá colocar estudiantes en la realización en proyectos de vinculación, prácticas profesionales e investigación (Docentes- Estudiantes) en el análisis, optimización y mejora de las diferentes plantas geotérmicas.

Bibliografías

- Ahmadi, P., Rosen, M., & Dincer, I. "Greenhouse gas emission and exergoenvironmental analyses of a trigeneration energy system". *International Journal of Energy Research* (5), 2011, 1540-9.
- Aneke, M., Agnew, B., & Underwood, C. "Performance analysis of the Chena binary geothermal power plant". *Applied Thermal Engineering* (31), 2011, 1825-1832.
- Cengel, Y., & Boles, M. *Termodinámica*, Mc Graw Hill, 2012.
- Dincer, I., Hussain, M., & Al-Zahamah, I. "Analysis of sectoral energy and exergy use of Saudi Arabia". *International Journal of Energy Research* (28), 2006, 205-43.
- DiPippo, R. "Geothermal Power Plants Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact", Elsevier Ltd., 2013.
- Ejecutivo Federal. Secretaría de Energía. Retrieved 09 01, 2014, from http://www.energia.gob.mx/webSener/leyes_Secundarias/
- Ganjehsarabi, H., Gungor, A., & Dincer, I. "Exergetic performance analysis of Dora II geothermal power plant in Turkey". *Energy* (46), 2012, 101-108.
- Gómez, L. "Entrenamiento basado en la simulación, una herramienta de enseñanza y aprendizaje". *Revista Colombiana de Anestesiología*, 2004, 201-208.
- Jalilinasrabad, S., Itoi, R., Valdimarsson, P., Saevarsdottir, G., & Fujii, H. "Flash cycle optimization of Sabalan geothermal power plant employing exergy concept". *Geothermics* (43), 2012, 75-82.
- Peluchette, . "Optimization of Integrated Reservoir, Wellbore, and Power Plant Models for Enhanced Geothermal Systems". *Master of Science in Chemical Engineering*, 1-39. UMI Benjamin M. Statler College of Engineering and Mineral Resources, West Virginia University, 2013.
- Salas, P., & Ardanza, Z. "La simulación como método de enseñanza-aprendizaje". (E. C. Médicas, Ed.), *Revista Educación Médica Superior*, 2004.
- Sánchez, J., Sanz, L., & Ocaña, L. "Evaluación del potencial de energía geotérmica. Estudio Técnico PER 2011-2020". *Madrid: IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*, 2011.
- Yari, M. "Exergetic analysis of various types of geothermal power plants". *Renewable Energy* (35), 112-121.

Comportamiento térmico-energético de materiales ligeros (Steel-Frame) en vivienda tipo unifamiliar en climas cálidos

Dr. Emilio Hernández Martínez¹, M.C. Benjamín González Vizcarra², M.C. José Navarro Torres³, Jesse G. López Covarrubias⁴, Gabriela Alejandra Moreno Rueda⁵

Resumen - El siguiente trabajo se presenta los resultados de un estudio térmico-energético de los materiales ligeros de construcción (Steel-Frame) de viviendas, obteniendo una disminución del consumo energético en el periodo de verano e invierno al ser utilizados. El proyecto se desarrolló en Mexicali, Baja California el cual se encuentra en la zona norte de México, donde el clima predominante es cálido-seco. En la metodología de evaluación se definieron diferentes sistemas constructivos, valorando las cargas de refrigeración y calefacción; la simulación fue desarrollada en el software CYPECAD MEP y EnergyPlus. A partir del análisis final se concluye que la implementación de dichos materiales producirá una mejora importante en la disminución de las cargas de climatización de hasta un 60% con respecto a un sistema constructivo convencional.

Palabras clave: Steel Frame, sistemas constructivos, CYPECAD MEP, Energy Plus y cargas de refrigeración y calefacción.

Introducción

En los últimos años, ha habido un incremento en cuanto a la utilización de nuevos materiales de construcción y su tiempo de vida, así como su composición, en donde se pueden utilizar, y como pueden afectar estos de una manera positiva o negativa al consumo energético de edificios comerciales y residenciales (De Angelisa, 2014). Esto nace por la creciente preocupación hacia el impacto que tiene la gran demanda energética con respecto al uso de los combustibles fósiles debido a su carácter finito y los efectos adversos que ocasionan en el medio ambiente.

En el año 2010, México contaba con una población de 112.336,538 millones de habitantes y 28.607,568 millones de viviendas, de los cuales 936,826 habitantes y 265,730 viviendas corresponden al municipio de Mexicali, Baja California (INEGI & Solís, 2010). Una ciudad ubicada en el norte de México, predominante en esta zona del país un clima cálido-seco, el cual puede llegar incluso a ser extremo, por lo que el nivel de adaptación de las viviendas afecta sensiblemente la necesidad de refrigeración y calefacción para mitigar el efecto del clima y obtener un determinado grado de confort en sus viviendas, correspondiente a cada necesidad particular (Pérez, 2007).

En las ciudades con clima cálido-seco como Mexicali, el consumo per cápita es de 5,924 MWh/año, 3.5 veces más que el promedio nacional (Romero, 2013). Las altas temperaturas durante el periodo de verano (Mayo – Octubre) por encima 45°C y las bajas temperaturas durante el periodo de invierno (Noviembre – Abril) por debajo de los 8°C generan condiciones térmicas un tanto extremas en las viviendas de la ciudad. Por lo tanto, el uso de equipos de aire acondicionado en construcciones no adecuadas térmicamente ocasiona un alto consumo de energía eléctrica, que a su vez se traduce en una mayor facturación anual.

¹ El Dr. Emilio Hernández Martínez es profesor de tiempo completo de la carrera de Ingeniería Mecánica en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. emilio.hernandez.martinez@uabc.edu.mx. (autor correspondiente).

² El M. en C. Benjamín González Vizcarra es profesor de tiempo completo y coordinador de la carrera de Ingeniería Mecánica en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. bgonzalez79@uabc.edu.mx.

³ El M. en C. José Navarro Torres es profesor de tiempo completo y coordinador de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. jnavarro85@uabc.edu.mx.

⁴ Jesse G. López Covarrubias es alumno de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. lopez.jesse@uabc.edu.mx.

⁵ Gabriela Alejandra Moreno Rueda es alumna de la carrera de Ingeniería Mecánica en la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. moreno.gabriela25@uabc.edu.mx.

Es muy común encontrar en los países latinoamericanos serias deficiencias en el cumplimiento de los reglamentos de construcción con respecto al acondicionamiento térmico, o simplemente la negligencia ante dicho reglamento con la finalidad de lograr menores costos de construcción. Las edificaciones comerciales se encuentran sujetas a normas y reglamentos más rigurosos que toman en cuenta ciertas características térmicas, sin embargo, las edificaciones residenciales como son las viviendas unifamiliares no tienen la misma rigurosidad, en el caso de México, su reglamentación depende de los gobiernos municipales o estatales (Pérez, 2007).

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar el material ligero constructivo Steel-frame en viviendas, para generar una disminución significativa en el consumo energético en el periodo de verano e invierno en regiones de climas cálidos. Lo que hace necesario echar mano de la simulación para modelar el comportamiento térmico-energético de edificaciones, esta metodología es ampliamente aceptada en la evaluación del consumo de energía durante el proceso de diseño de los edificios nuevos y los que se encuentran en renovación (Ioannou & Itard, 2015). El software utilizado es CypeCad Mep versión After Hours para el diseño y dimensionamiento de la envolvente, la distribución, y las instalaciones del edificio sobre un modelo 3D integrado con los distintos elementos del edificio, esta versión es totalmente funcional como la versión profesional que oferta Cype Ingenieros.

Antecedentes

El sector residencial fue el tercer consumidor de energía a nivel mundial, con una participación de 23.1 % en año 2012 (IEA, 2011, 2014), mientras que a nivel nacional, con un consumo de 18.4 % de la energía final total en 2013 (SENER, 2014). En México, la mayor demanda de energía para uso final en 2009 fue el calentamiento de agua, con 47.0% del consumo total energético. Le siguieron la cocción de alimentos y la refrigeración con participaciones de 27.5% y 9.9% de la energía total utilizada, respectivamente (SENER, 2014). Siendo esto una área de oportunidad para disminuir el consumo de energía eléctrica por climatización en el sector residencial en zonas de climas cálidos. En la ciudad de Mexicali se han realizado diversos estudios y proyectos de investigación que caracterizan la tipología de vivienda, la eficiencia energética de unidades de climatización, el consumo energético del sector residencial y el efecto de elementos de ahorro de energía en los sistemas constructivos entre los que se destacan:

- ❖ Diseño y desarrollo tecnológico de prototipos de vivienda de alta eficiencia energética para el mercado medio residencial (Ingeniería Dennis S. A. de C. V.-UABC, 2011-2012).
- ❖ Simulador térmico para el diseño de construcciones ahorradoras de energía en climas cálidos (Hernández et al, 2011).
- ❖ Análisis del comportamiento térmico de cuatro diseños tipo vivienda de interés social (Grupo Melo-UABC, 2005).
- ❖ Resistencia térmica efectiva en envolventes residenciales y su impacto energético por climatización en regiones de clima cálido. Efecto de puentes térmicos (Pérez et al, 2004).
- ❖ Uso eficiente de la energía en el sector residencial de regiones de clima cálido (Pérez et al, 2004).
- ❖ Horas-grado, un criterio realista para caracterizar climatológicamente una región con propósitos de uso eficiente y ahorro de energía eléctrica (Pérez et al, 2004).

Es conocido que en las regiones de clima cálido la climatización de viviendas representa la mayor parte del consumo y la demanda eléctrica en la época de verano e invierno, debido a que la temperatura cambia continuamente durante el transcurso del día y la noche, es necesario medir las horas de confort totales en un día para así, poder reducir las cargas de refrigeración y calefacción de una vivienda. Aunado a esto, es una práctica común el sobredimensionamiento de los equipos de climatización en un porcentaje considerable de la totalidad de las instalaciones residenciales y no residenciales originando una sobrecarga del sistema eléctrico de Comisión Federal de Electricidad (CFE) en las horas punta y obliga a una mayor capacidad instalada en la región para satisfacer dicha demanda (Pérez, 2007).

Descripción del Edificio

La vivienda de tipo unifamiliar que se muestra en la Figura 1 como objeto de estudio con ubicación en la zona dorada de la ciudad de Mexicali, Baja California. El terreno cuenta con una superficie de 400m², de los cuales 180.5m² corresponden al área de construcción de la vivienda cuya fachada principal se encuentra orientada al Norte geográfico.

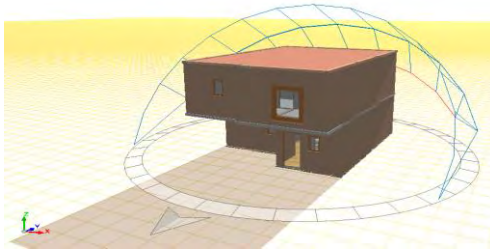


Figura 1. Vivienda de tipo unifamiliar



Figura 2. A) Planta Baja y B) Primer Nivel

La vivienda cuenta con dos plantas, la planta baja posee una cocina, un salón/comedor, un baño, un pasillo y cuarto de lavado no climatizado, mientras que la primera planta consta de una recamara principal, dos recamaras secundarias, una estancia y dos baños, como se puede apreciar en la Figura 2.

Casos de Estudio

A continuación se describen los diferentes materiales que componen los muros exteriores, particiones interiores, forjado sanitario, forjado entre plantas y cubierta que conformaran los tres casos de estudio del presente trabajo. Así mismo, la Figura 3, Figura 4 y Figura 5 muestra sus respectivas transmitancia térmica utilizada en las simulaciones (Papadopoulos, 2008).



Figura 3. Caso 1 (Caso Base)



Figura 4. Caso 2

Caso 1 (C1): Muros Exteriores: Pintura, enlucido de yeso, mortero de cemento, block de concreto convencional, mortero de cemento, enlucido de yeso y pintura; **Muros Interiores:** Pintura, enlucido de yeso, mortero de cemento, block de concreto convencional, mortero de cemento, enlucido de yeso y pintura; **Forjado Sanitario:** Loza de hormigón armado; **Forjado entre las plantas:** Loza de hormigón armado; **Cubierta:** Loza de hormigón armado.

Caso 2 (C2): Caso 1 con aislamiento de poliestireno expandido EPS

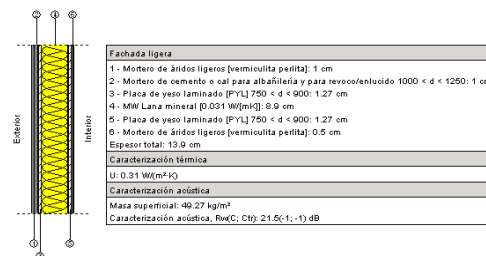


Figura 5. Caso 3

Caso 3 (C3): Muros Exteriores: Pintura, mortero de áridos ligeros, mortero de cemento, mortero de cemento, impermeabilizante, tablero contrachapado, placa mineral, placa de yeso, mortero de áridos ligeros y pintura; **Muros Interiores:** Pintura, mortero de áridos ligeros, mortero de cemento, mortero de cemento, impermeabilizante, tablero contrachapado, placa mineral, placa de yeso, mortero de áridos ligeros y pintura; **Forjado Sanitario:** Loza de hormigón armado; **Forjado entre las plantas:** Gres, mortero de cemento, tablero contrachapado, placa mineral, placa de yeso y mortero de yeso; **Cubierta:** Gres, mortero de cemento, tablero contrachapado, placa mineral, placa de yeso y mortero de yeso.

Simulación de Cargas de Climatización

En el cálculo de las cargas de refrigeración y calefacción, se han fijado una serie de consideraciones, tanto interiores como exteriores, con el fin de alcanzar un adecuado comportamiento de la instalación al momento de realizar las simulaciones. La temperatura interior de diseño del sistema de refrigeración y calefacción será de 24 °C y 21 °C respectivamente, dentro de los valores de temperatura operativa fijada por el Software CypeCad MEP basado en el Código Técnico de la Edificación de España del Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España (CTE, 2015). Para establecer las condiciones de temperatura exterior de proyecto se recurre al Weather Data Sources del U.S. Department of Energy (DOE, 2015) tomando como ciudad de referencia Yuma, Arizona por tratarse de la ciudad más próxima a la de estudio con las condiciones climatológicas similares a la ciudad de Mexicali. El cálculo de las cargas de refrigeración y calefacción se realizó conforme a lo establecido en la norma UNE EN 12831:2003. Empleando el software informático CYPECAD MEP de la empresa CYPE Ingenieros, S.A., versión After Hours (CYPE, 2013), destinada principalmente a estudiantes. Ofrece la posibilidad de exportar los datos introducidos a EnergyPlus™ (EnergyPlus, 2015), software de libre distribución de simulación dinámica que permitirá hacer los estudios de demanda y consumo energético.

Análisis de Resultados

A continuación se procede a realizar una estimación de las cargas de refrigeración y calefacción para cada uno de los casos propuestos. Los resultados de consumo mensual obtenidos para los casos de estudio se muestran en el Cuadro 2. En cuanto a la comparación entre los tres casos de estudio se puede observar que el caso 3 es el que genera un menor consumo debido a refrigeración y calefacción para la potencia por superficie con 63.40 W/m² y 33.30 W/m² respectivamente, mientras que para la potencia total este mismo caso presenta también el menor consumo para refrigeración y calefacción con 7.53 kW y 3.96 kW respectivamente.

	Potencia por superficie (W/m ²)		Potencia total (kW)	
	Refrigeración	Calefacción	Refrigeración	Calefacción
C1	187.40	122.00	21.74	14.15
C2	86.70	54.90	9.92	6.28
C3	63.40	33.30	7.53	3.96

Cuadro 1. Cargas de refrigeración y calefacción

Cabe destacar el excelente desempeño de los materiales ligeros de construcción Steel Frame que son el objeto de estudio del presente trabajo, generando una disminución en el consumo de refrigeración y calefacción para la potencia por superficie de 66.17 % y 72.70 % con respecto al caso base (Caso 1). Revisando el consumo de refrigeración y calefacción para potencia total este caso genera una decremento de 65.36 % y 72.01 % con respecto al caso base.

Total	Superficie (m ²)	Consumo mensual (kWh/m ²)												Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
C1 Refrigeración	121.96	0.05	0.18	2.04	8.12	26.30	40.31	61.54	62.21	44.87	10.83	0.76	0.10	257.29
C1 Calefacción	121.96	24.55	10.07	4.85	1.60	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	7.10	22.18	70.79
C2 Refrigeración	121.96	0	0.01	0.43	2.12	10.83	18.72	32.58	33.63	24.51	5.35	0.29	0.02	128.5
C2 Calefacción	121.96	13.15	5.55	2.48	0.72	0.01	0.00	0.00	0.00	0.17	3.47	11.26	36.81	128.5
C3 Refrigeración	121.96	0.27	0.42	1.26	2.76	8.79	13.70	24.00	25.05	18.67	5.46	1.01	0.36	101.76
C4 Calefacción	121.96	9.09	4.42	2.64	1.02	0.09	0.01	0.00	0.00	0.47	3.26	8.13	29.13	101.76

Cuadro 2. Consumo mensual por refrigeración y calefacción

Conclusiones

Este trabajo nos permitió analizar el comportamiento térmico de tres casos de viviendas unifamiliar en la ciudad de Mexicali, Baja California, que pertenece a una zona de clima cálido en México, utilizando los datos climatológicos de la ciudad de Yuma, Arizona por sus características similares a nuestra ciudad de estudio. El análisis se realizó con el fin de evaluar las cargas de refrigeración y calefacción para el periodo de verano e invierno de dicha vivienda, utilizando distintos escenarios de sistemas constructivos; construcción convencional (Caso 1 y Caso 2) y Steel-Frame (Caso 3). Los resultados obtenidos mostraron que los materiales ligeros para construcción presentan ahorros energéticos en cargas de climatización superiores al 60% comparado con los materiales convencionales de construcción utilizados en la ciudad de Mexicali, mostrados en la Figura 6 y Figura 7.

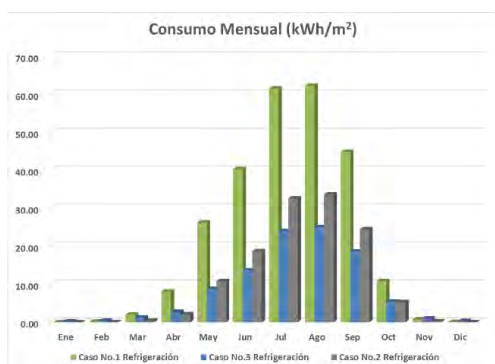


Figura 6. Consumo de climatización por refrigeración

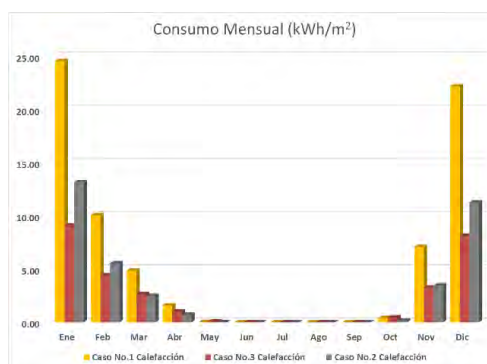


Figura 7. Consumo de climatización por calefacción

Recomendaciones

Como continuación del presente trabajo se pretende a corto plazo realizar un estudio económico detallado para mostrar los beneficios que ofrecen los materiales ligeros en el área de la construcción residencial en lugares de climas cálidos, para motivar o incentivar el cambio de los sistemas constructivos convencionales.

Bibliografías

A. Ioannou, L.C.M. Itard. *Energy performance and comfort in residential buildings: Sensitivity for building parameters and occupancy*. Energy and Buildings 92. 2015. Pag 216-233.

Agis M. Papadopoulos, Simos Oxizidis, Luciano Papathanasiou. *Developing a new library of materials and structural elements for the simulative evaluation of buildings' energy performance*. Building and Environment 43. 2008. Pag 710-719.

Carlos Pérez T., Marcos De Armas T., Héctor Campbell R., Moisés Galindo D., M.G. Amado Moreno. *Consumo eléctrico y capacidad de enfriamiento residencial empleando técnicas de inteligencia artificial*. V conferencia internacional de energía renovable, ahorro de energía y educación energética CIER, 2007.

Daniel Solís. *Análisis térmico de una vivienda económica en clima cálido-seco bajo diferentes orientaciones y medidas de sombreado*. Estudios Sobre Arquitectura y Urbanismo del Desierto. Volumen III. Número 3. 2010. Pag 31-57.

Enrico De Angelisa, Ermanno Serraa. "Light steel-frame walls: thermal insulation performances and thermal bridges". *Energy and Buildings* 45. 2014. 362 – 371.

Romero R. A., Bojórquez G., Corral M, Gallegos R., *Energy and the occupant's thermal perception of low-income dwellings in hot-dry climate: Mexicali, México*. *Renewable Energy* 49 (2013). Pag. 267-270.

<http://www.inegi.org.mx> Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

http://www.energia.gob.mx/taller/res/1858/IEE_Mexico.pdf. *Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 Sectores, 5 retos, Secretaría de Energía (SENER) en colaboración con la Agencia Internacional de Energía (IEA), 2011.*

<http://www.iea.org/statistics/statisticsearch/report/?year=2012&country=MEXICO&product=Balances>. *World Energy Balances, IEA, edición 2014.*

http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/Balance_2013.pdf. *Balance Nacional de Energía 2013, Secretaría de Energía (SENER), 2014.*

<http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/>. *CTE. Código Técnico de la Edificación de España, 2015.*

http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data3.cfm/region=4_north_and_central_america_wmo_region_4/country=1_usa/cname=USA. *Weather Data Sources - U.S. Department of Energy (DOE), 2015.*

<http://descargas.cype.es/>. *CYPECAD MEP (Instalaciones del edificio), 2013.*

<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>. *EnergyPlus Energy Simulation Software, 2015.*

Método propuesto para realizar una conexión física entre cable de fibra óptica con un conector tipo mecánico

Lic. Jaime Hernández Martínez¹, Ing. Ricardo Santiago Villafuerte²

Resumen—Las fibras ópticas constituyen el eje central del sistema de telecomunicaciones global en la actualidad, se componen de filamentos de material transparente, principalmente vidrio, con espesores inferiores a 62.5 micrones; tienen aplicaciones en el transporte de grandes cantidades de datos mediante pulsos de luz. Las ventajas de su uso han favorecido, junto con los avances en el campo de la informática, el notable crecimiento del fenómeno conocido como internet. En un sistema basado en fibras ópticas, es necesario unir al portador (cable) con los equipos terminales mediante un conector. La realización de esta unión es crítica para asegurar conectividad y calidad de señal. Este trabajo presenta un método simple paso a paso para efectuar la conexión de una manera tal que se asegure su confiabilidad.

Palabras clave— Fibras ópticas, sistema de telecomunicaciones, pulsos de luz, conector mecánico para fibra óptica, equipo terminal utilizado en cables de fibra óptica.

Introducción

Los enlaces de comunicaciones ópticas tienen en común con cualquier otro tipo de transmisión unos requerimientos para unión entre cables y para la terminación de la línea. La cantidad de conexiones entre fibras para un enlace bipunto dependerá de la longitud del enlace (entre repetidores), de la longitud que tengan los rollos de cables y de la longitud máxima de cable que sea manejable para tirar una línea.

Dado al gran desarrollo de la fibra óptica como sistema, lógicamente debe venir acompañada por el resto de los componentes necesarios para hacer posible la transmisión, los cuales son:

Empalme de fibra. Son uniones permanentes o semipermanentes, son útiles para red de telecomunicaciones en las líneas de alto tráfico.

Conector de fibra. Son uniones desmontables que permiten el conexionado y desconexión rápido.

Perdida en las uniones de fibras. Se entiende por empalme la unión permanente de dos secciones de fibra, por lo que se distinguirá del conector en que la unión que se consigue a través de éste, es desmontable. La unión por empalme es necesaria en la mayoría de los casos por la propia longitud de la instalación; las pérdidas obtenidas son un factor de gran interés en los sistemas de transmisión óptica, pueden contribuir de modo considerable al balance de pérdidas del sistema. La pérdida en una conexión equivale a una disminución de la longitud máxima admisible de la sección, de modo que deben optimizarse los métodos de unión fija o desmontable de fibras para que tales pérdidas sean mínimas. Pérdidas debidas a factores externos a la fibra, que están en relación con el método utilizado para su unión. Tales pérdidas se deben a:

Separación longitudinal de los extremos a unir. Provoca un cambio en el índice de refracción del medio para la luz incidente lo que puede dar lugar a la fuga de modos en fibras multimodo y, en general, a pérdidas por desadaptación de índices, figura 1.

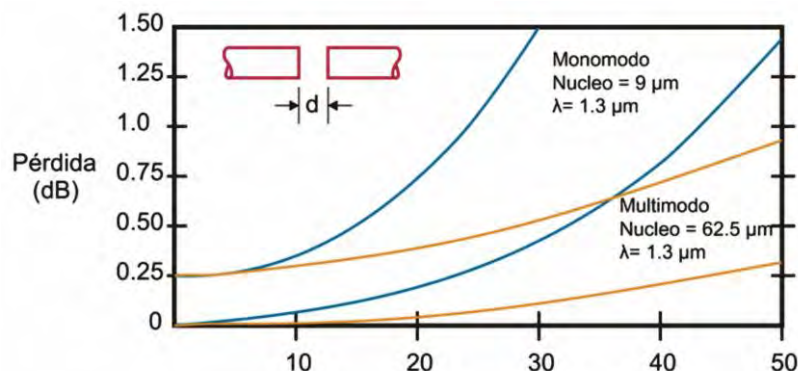


Figura 1. Desplazamiento longitudinal (μm)

¹ Jaime Hernández Martínez es Instructor del curso de “Instalación de redes con cable utp y fibra óptica” en el Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo de Celaya, (CRODE). jmebond007@hotmail.com

² El Ing. Ricardo Santiago Villafuerte es Instructor Titular Certificado del Curso “Diseño de Aplicaciones Móviles para Android” en el Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo de Celaya, (CRODE). brinkiky@hotmail.com

Desplazamiento transversal de los extremos de las fibras. Esta falta de alineación equivale a una disminución de la sección útil del núcleo de la fibra, con la correspondiente repercusión de los parámetros de transmisión. Desviación angular de los ejes de las fibras enfrentadas. Modifica el ángulo de incidencia del haz de luz en la segunda sección de fibra, lo que se traducirá en energía perdida, figura 2.

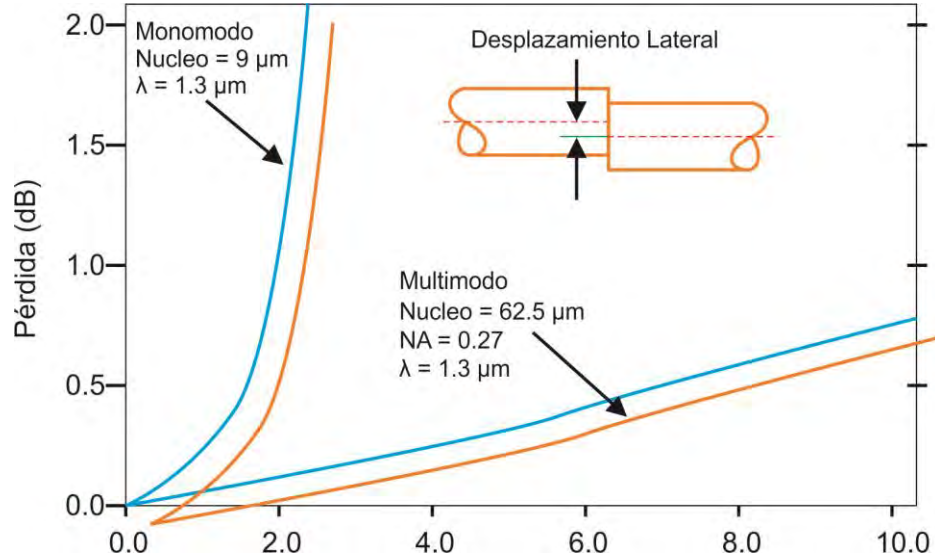


Figura 2. Desplazamiento Transversal (μm)

Desviación angular de los ejes de las fibras enfrentadas. Modifica el ángulo de incidencia del haz de luz en la segunda sección de fibra, lo que se traducirá en energía perdida, figura 3.

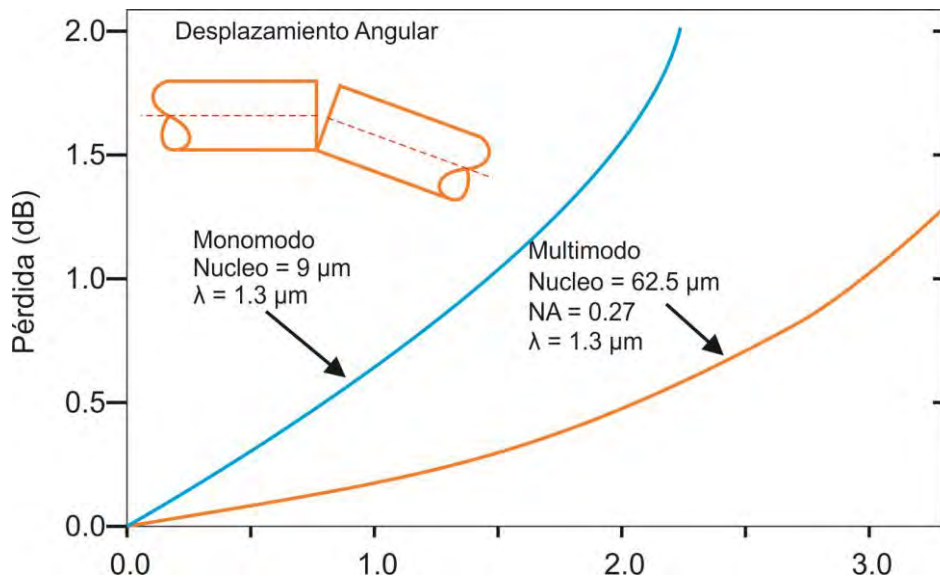


Figura 3. Desplazamiento Angular

Como se observó anteriormente se muestra la influencia de los factores externos a las fibras, relativa al caso de fibras de índice gradual. Las pérdidas son más críticas en el caso de fibras monomodo, particularmente las debidas a desplazamiento transversal de los ejes (menos energía por fibra).

Conectores. Además del tipo de unión mencionando anteriormente (empalme) que se caracteriza por ser

permanente y utilizarse en las instalaciones exteriores. Hay otro tipo de unión no fija, definida por la repetibilidad de la operación. Al dispositivo que permite este tipo de unión se la llama conector óptico. Naturalmente, no se puede exigir que un conector válido para fibras multimodo lo sea también para las monomodo, ya que para estas últimas la precisión del ajuste debe ser superior en un orden de magnitud a las primeras.

Descripción del Método

Reseña de las dificultades de la búsqueda

En base a la experiencia obtenida en instalaciones de redes con cable de fibra óptica, se observó que es de suma importancia la realización de un buen conector mecánico para lograr un mejor desempeño en la transmisión de los datos, y así evitar la pérdida de potencia de la señal transmitida y teniendo como antecedentes lo siguiente:

Los conectores desmontables (mecánicos) tienen una mayor complicación ya que deben mantener una mínima atenuación en numerosas conexiones y desconexiones.

El diseño del conector debe permitir la conexión y desconexión sin problemas de alineamiento.

Este proceso mecánico es fácil y puede llevar a la degradación de la unión.

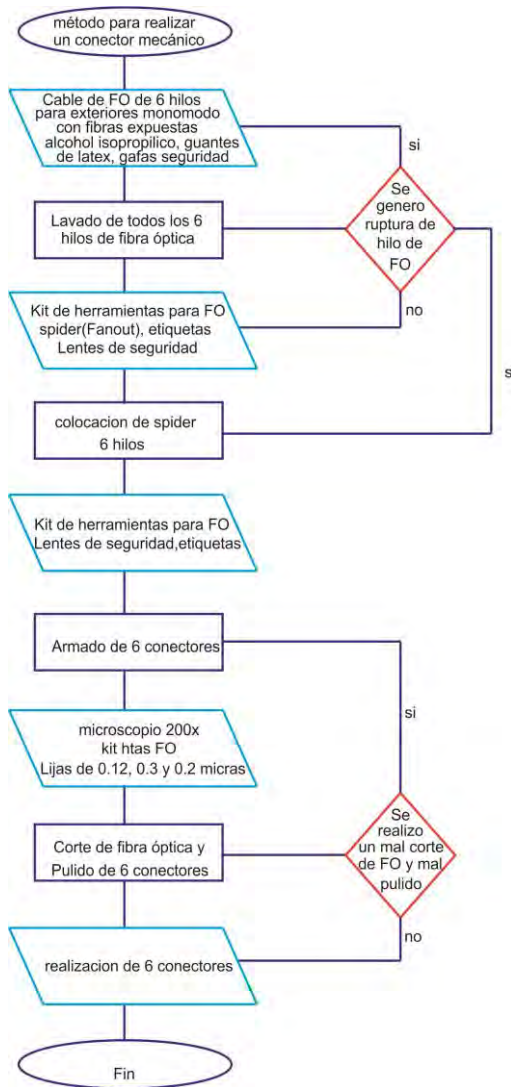
Para mantener las características óptimas del cable de fibra, los conectores también deben proteger a los extremos de las fibras del daño que puedan sufrir al manejarlos.

Deben ser insensibles a factores ambientales, como humedad y polvo.

Deben soportar la tensión del cable.

Ser un componente que permita la conexión de forma simple.

Tomando en cuenta todos estos inconvenientes en la realización de una conexión física, vamos a desarrollar un método propuesto para la realización de un conector mecánico mediante el siguiente diagrama de flujo. Se mencionan de forma secuencial los pasos para realizar un conector del tipo mecánico al cable de fibra óptica.



Al realizar esta secuencia de pasos se busca obtener una solución a los problemas del acoplo de la señal de luz al núcleo de la fibra óptica mediante los conectores, y tratar de perfeccionar las técnicas de conectorización de fibras, y así poder eliminar el problema de la atenuación.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

En el siguiente trabajo se desarrolló un método propuesto para la realización de un conector mecánico. Con la finalidad de evitar la pérdida de la señal transmitida a través del cable de fibra óptica, conseguir un acoplamiento óptico óptimo para un buen alineamiento entre fibras, y proteger la parte desnuda de las fibras del medio ambiente a través de la carcasa del conector que mantiene la conexión y el alineamiento de las fibras. Y finalmente tratar de eliminar la atenuación del cable de la fibra óptica.

Conclusiones

Debido a los problemas ya comentados de acoplo de la señal óptica al núcleo de una fibra, problemas de cortado y problemas de conectorización, todos ellos derivado de la realización de un conector. Al implementar una mejor propuesta para la realización de la conexión física del cable de fibra óptica por medio de un conector mecánico, se buscara incrementar el desempeño de la transmisión por medio del cable óptico.

Por tanto se ha pasado de utilizar el dominio óptico como mero soporte para el transporte de la señal de información, a incorporar en este dominio óptico las funciones de conmutación y encaminamiento de la red de comunicaciones, originando las denominadas nuevas redes ópticas.

Recomendaciones

Como vemos, el de las comunicaciones ópticas es un tema fascinante que está en plena evolución y cuyas posibilidades y beneficios para nuestra calidad de vida parece no tener límites.

Establecer relaciones con otros profesionales con los que poder tratar y discutir los posibles problemas que surjan en la realización de los proyectos.

Especializarse en un área determinada, ya que es muy difícil ser un experto en varias áreas del conocimiento.

Construir una sólida base científica en un amplio campo de la tecnología que le permita aportar soluciones creativas e ingeniosas a los diferentes problemas que le han de surgir a lo largo de vida profesional.

Referencias

- Baltazar Rubio Martinez, Ingeniero Industrial, "Introducción a la Ingeniería de la fibra óptica", enero 1994.
W.A. Gambling, "The Rise and Rise of optical Fibers", Journal of selected Topics in quantum Electronics, vol. 6, pp. 1084-1093,2000
G.J. Holzmann and B. Pehrson, "The Early History of Data Networks", AT&T Bell Laboratories and Royal Institute of Technology, 1994:
http://www.it.kth.se/docs/early_net/

Notas Biográficas

El **Lic. Jaime Hernández Martínez** es instructor del curso de "Instalación de redes con cable utp y fibra óptica" que se imparte en Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo de Celaya, CRODE, y tiene una certificación de cableado estructurado.

El **Ing. Ricardo Santiago Villafuerte** es instructor del curso de "Diseño de Aplicaciones Mviles para Android" que se imparte en Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo de Celaya, CRODE, y tiene una certificación de cableado estructurado.

Impacto de las habilidades de liderazgo, lenguaje corporal y el curriculum vitae de los alumnos de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya en una entrevista laboral en el sector productivo o de servicios

Hiram Hernández Medrano¹, Luis Cristhian Méndez García²,
Eduardo Esparza³ y García José Morales Lira⁴.

Resumen- El siguiente estudio promueve a los estudiantes del Instituto Tecnológico de Celaya de la carrera de ingeniería industrial la importancia de las habilidades personales, destrezas comunicativas, fluidez, liderazgo y un lenguaje corporal adecuado para enfrentar con eficiencia y poner en valor la candidatura personal, con el objetivo de conseguir el puesto de trabajo que se pretende. Ya que en la actualidad hay mucha demanda laboral debido a que cada vez aumenta el número de estudiantes egresados a nivel nacional de la carrera de ingeniería industrial, por lo que se presenta un panorama lleno de dificultades a la hora de encontrar empleo.

Palabras clave-liderazgo, lenguaje corporal, curriculum, demanda laboral y entrevista.

Introducción

La siguiente investigación pretende que los alumnos de ingeniería industrial del ITC desarrollen las habilidades necesarias para tener seguridad e iniciativa para desenvolverse de manera clara y precisa a fin de obtener una entrevista laboral exitosa, ya que con base a experiencias de egresados y personal del departamento de vinculación del ITC, se sabe que existe una escasa habilidad de convencimiento, iniciativa y pro actividad por parte de los egresados de ingeniería industrial a pesar de que el egresado cuenta con conocimientos técnicos necesarios para desarrollar el papel pretendido.

Ya que “el coaching es esencial para un buen liderazgo hoy y todos los altos ejecutivos deben ser capaces de hacerlo”⁵ por lo tanto “cualquier grupo de gente, grande o pequeño, conectados los unos con los otros, con un líder y con una idea”⁶.

La propuesta va dirigida al departamento de vinculación del mismo instituto para generar herramientas con base a este estudio.

Descripción del Método

Reseña de las dificultades de la búsqueda

Al buscar información del tipo cualitativo el tiempo es un factor fuerte para el desarrollo de la investigación, y se optó por buscar fuentes similares de información para complementar las bases teóricas; como tesis, investigaciones, proyectos e inclusive artículos.

Se elaboró una guía la cual ayudara a los egresados de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya a desempeñarse mejor en una entrevista de trabajo.

Los documentos que piden en una entrevista son:

- Acta de nacimiento: Ya que sin duda es uno de los documentos personales indispensables, que certifica la identidad, nacionalidad y edad.
- Curriculum y/o solicitud elaborada: Este documento debe de ser breve, claro y libre de faltas de ortografía.
- Credencial del lector: Ya que es un documento que piden para todo.
- CURP: La clave única de registro de población no requiere tramite alguno.
- Numero de seguro social: Para que la nueva empresa afilie como trabajador ante el IMSS.

¹ Hiram Hernández Medrano es estudiante de la carrera de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Celaya, Guanajuato. hiram.hdez@hotmail.com

² Luis Cristhian Méndez García es estudiante de la carrera de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Celaya, Guanajuato. l.cristhianmg@gmail.com

³ Eduardo Esparza García es estudiante de la carrera de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Celaya, Guanajuato. melaloe@gmail.com

⁴ José Morales Lira es profesor del departamento de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Celaya, Guanajuato. jose.morales@itcelaya.edu.mx

⁵Extraído de Coaching for performance, Jhon Withmore (2003).

⁶Extraído de Tribus, Seth Gomin (2008).

- Comprobante de estudios: Certificados escolares, se pedirán para corroborar que se cuente con la preparación necesaria.
- Comprobante de domicilio: Es un estado de cuenta de teléfono, luz, agua, predial o servicio de televisión de paga.
- Carta de recomendación: Lo ideal es que sean cartas de recomendación de gente que se conozca de tiempo y pueda hablar bien. De preferencia que no sean de familiares. Debe incluir el lugar y fecha en que se redactó, cuántos años tienen de conocer a esa persona y qué cualidades encuentra en usted en el ámbito laboral y personal.
- RFC: El Registro Federal de Contribuyente (RFC) es un documento indispensable para realizar cualquier actividad económica en México que sea sujeta de pago de impuestos, incluyendo actividades laborales.
- Aviso de retención de infonavit: Quienes tienen un crédito hipotecario con Infonavit y cambian de empleo deben entregar a su nuevo patrón su Aviso de Retención de Descuentos, que permite a la empresa realizar los pagos correspondientes de la nómina para que el crédito esté al corriente.
- Otros requisitos: Fotografías, cartilla militar en el caso de los hombres, certificado médico, licencia de conducir, pasaporte y/o visa, etc. Ya que esto depende mucho de la empresa y de la naturaleza del puesto.

Elaboración de curriculum

Los egresados deben tomar en cuenta el perfil del puesto que están solicitando, ya que el reclutador siempre va a ver que el postulado tenga las características que la empresa necesita, para ello, es importante que se conozca el perfil de la empresa y se coloque sólo la información que será relevante para el puesto que se solicita.

Existen dos tipos de currículums, aquellos que se realizan de forma cronológica y aquellos que están estructurados por funcionalidad, sin embargo, el objetivo es poder realizarlos con la mayor calidad posible y la única forma de hacerlo es que sean: claros, breves y concisos.

El CV de alto impacto tiene como objetivo mostrar al reclutador la experiencia académica y profesional del postulado de una manera sencilla y breve, el cual debe tener las siguientes características:

- Buena presentación.
- Una extensión máxima de dos cuartillas.
- Realizado de manera estructurada.
- Debe estar adaptado a las necesidades del puesto y/o área.

Normalmente los reclutadores invierten 6 segundos para revisar cada CV, en este primer vistazo ellos realizan la primera selección de los postulantes.

- Invierten el 80% del tiempo de revisión en analizar la siguiente información:
- Nombre.
- Puesto y compañía actual.
- Fecha de inicio del actual trabajo.
- Fecha de inicio y finalización del trabajo anterior.
- Educación.
- El 20% restante lo utilizan para buscar palabras y cifras clave que integren el perfil del talento con aquello que busca la empresa o el reclutador. Y aquí es donde tenemos el factor diferenciador.

Por lo que debes de evitar

- Anexar una hoja de portada que diga "Currículum Vitae"
- Incluir datos de tipo personal como: peso, estatura, nombre de padres, etc.
- Anexar expectativas salariales.
- Incluir información que no tenga algo que ver con el puesto.
- Tener faltas de ortografía y mala redacción.

Como elegir y portar una vestimenta apropiada

La vestimenta apropiada para ir a una entrevista de trabajo, es llevar un traje el cual dependiendo del color habla de tu seguridad o inseguridad, a continuación se recomienda algunos colores:

- Los negros para la noche. Los trajes de este color se utilizan únicamente para compromisos después de las 6 de la tarde o bien cuando la persona protagonista de un encuentro más temprano sea quien lo trae.
- Trajes para el día. Los trajes beige y gris claro se deben llevar únicamente de día y de preferencia cuando las citas que se tendrán son de un carácter más informal.

Para tener un buen lenguaje corporal debes:

- Sonreír: Provocará que perciban agradable el encuentro y que eres una persona amigable.
- Buen volumen de voz: Decir el nombre tranquilo y no perder contacto visual al hacerlo.
- Ser amable: La persona con mayor energía es la que lidera, la que muestra el camino, proyecta seguridad y toma ventaja.
- Saludo de mano firme y seguro.
- Confianza en sí mismo y no apresurarse: Caminar tranquilo, en control de la situación, jamás con ansiedad y nervios.
- Al sentarse no se deberá encorvar ni desparramar sobre la silla.
- Colocar los pies en dirección al interlocutor. Esto demuestra interés y respeto por la otra persona.
- Acercar el torso a la otra persona cuando se esté en el clímax de la conversación o se esté comentando los puntos más importantes, esto comunicará interés.

¿En qué sí se fijan los reclutadores?

Si bien lo anterior no es un determinante para ser o no contratado, sí hay habilidades y capacidades en las que los reclutadores están prestando atención, ya que éstas son las que buscan las empresas con miras a competir en un ambiente cada vez más global.

- Idioma: El inglés es una base y dan preferencia a los que cuentan con este idioma fluido y avanzado; aunque una tercera lengua sería ideal. “Antes no era un determinante pero ahora sí lo es”.
- Estudios: De inicio que tenga la licenciatura o ingeniería que la empresa está buscando –no trunca–; y los estudios de posgrado, ya sea un diplomado o maestría, son un plus bien valorado debido a que refleja interés por el aprendizaje y mantenerse actualizado.
- Años de experiencia: Es decir, el tiempo que el candidato tenga desarrollándose en su área; es un diferenciador adicional tener experiencia en otro país, pues refleja una visión global del mercado.
- Personalidad: Habilidades de comunicación, liderazgo, negociación, pro actividad, etcétera. Que tenga la capacidad para interactuar con todas las áreas de la compañía y proponer cambios y nuevas ideas sin importar en cual sea el departamento en el que labora.
- Conocimientos técnicos y tecnológicos: No basta con solo tener conocimientos sobre su sector y mercado, sino que también debe contar con la noción digital para emplear las herramientas tecnológicas que le permitan competir.
- Factores motivacionales por los que busca un nuevo trabajo: Cuáles son sus aspiraciones y cómo desean alcanzarlas, si con la empresa o por sobre ella.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

En este estudio se buscó desarrollar cada uno de los puntos que se exponen en el título con base a encuestas e investigaciones previas de algunas empresas consultoras con bases de datos de cientos de líderes y organizaciones que se preocupan por la falta de personas con estas aptitudes.

Con base a un estudio previo se reveló que a nivel mundial el 50% de los líderes empresariales son inflexibles, característica que afecta el clima organizacional.

El lenguaje corporal dice mucho de la persona: Morderse las uñas, revolverse en la silla, dar golpecitos con el bolígrafo, son factores que denotan el estado de ánimo del entrevistado y que también cuentan para el entrevistador. Aprender a controlar el lenguaje corporal y utilizarlo a beneficio propio se puede sacar un gran provecho si se conoce lo que transmite los movimientos corporales.

Otro factor fundamental para tener éxito en una entrevista de trabajo es la creación de un currículum perfecto, no sólo en cuanto a experiencias y estudios sino también en cuanto a presencia y redacción.

Conclusiones

El estudio demuestra que estos 3 factores; liderazgo, lenguaje corporal y un buen currículum vitae. Son indispensables para llamar la atención del entrevistador, reconocer la experiencia y los conocimientos que expones a través de tu currículum y de la conversación durante la entrevista. Se debe considerar que estas habilidades únicamente tienen como fin logran una exitosa entrevista, sino también, para desarrollarte en el entorno laboral, conseguir escalar peldaños, y lograr inclusive posicionarte en la empresa. Estas habilidades, aptitudes y costumbres llegan a convertirse en un estilo de vida con éxito y satisfactorio.

Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en el uso de las herramientas que se describieron anteriormente para poder lograr una buena entrevista laboral. Podríamos sugerir que hay un abundante campo todavía por explorarse en lo que se refiere a lenguaje corporal y técnicas de liderazgo.

Referencias

OCCMUNDIAL (2015). 10 documentos que te piden para trabajar. Recuperado el 10 de septiembre del 2015 de <http://www.altonivel.com.mx/52650-10-documentos-que-te-piden-para-trabajar.html>

Tatiana Gutiérrez (2012). ¿Cómo hacer un CV de alto impacto?. Recuperado el 10 de septiembre del 2015 de <http://www.altonivel.com.mx/25330-como-hacer-un-cv-de-alto-impacto.html>

Tatiana Gutiérrez (2015). 2 secretos del CV para atrapar a los reclutadores. Recuperado el 11 de septiembre del 2015 de <http://www.altonivel.com.mx/50015-dos-secretos-del-cv-para-atrapar-a-los-reclutadores.html>

OCCMUNDIAL (2015). Los errores ortográficos que más escandalizan en tu CV. Recuperado el 11 de septiembre del 2015 de <http://www.altonivel.com.mx/52568-tu-cv-tiene-errores-ortograficos-haz-una-prueba.html>

Davis Navarro, imagen excellence (2015). 10 claves para una primera impresión exitosa. Recuperado el 12 de septiembre del 2015 de <http://www.altonivel.com.mx/50942-10-recomendaciones-para-una-primera-impresion-exitosa.html>

Erick Zuñiga (2015). Antigüedad o preparación, ¿Qué busca un reclutador?. Recuperado el 12 de septiembre del 2015 de <http://www.altonivel.com.mx/52853-factores-de-contratacion-antes-y-despues.html>

APENDICE

Cuestionario utilizado en la investigación

1. ¿Cuál es el procedimiento habitual de selección en su empresa?
2. ¿Cómo se da cuenta en una entrevista de trabajo de que la persona a quien está entrevistando es potencialmente un líder?
3. ¿Crees que el liderazgo es algo que ya tiene que venir previamente con la persona o que se puede desarrollar trabajando en la empresa?
4. ¿Hasta qué punto es importante el perfil del candidato en Facebook, LinkedIn o lo que escribe en Twitter?
5. ¿Es habitual pedir referencias a las anteriores empresas del candidato?
6. En su opinión, ¿Cuáles son los aspectos más importantes en un CV?
7. ¿Cuáles son los errores más comunes que encuentras en un CV?
8. ¿Cuál es ese detalle que un seleccionador de personal nunca pasa por alto?
9. ¿Qué tan importante es la imagen personal; ropa, peinado...?
10. ¿Cuáles son las señales más comunes a través de lenguaje corporal que te dicen que un candidato no es el indicado para el puesto?
11. ¿Tiene algunas recomendaciones sobre lenguaje corporal para alguien que es en el proceso de entrevistas de trabajo?

Metaheurísticas para el problema de ruteo de vehículos (VRP)

Ing. Oscar Hernández Mercado¹, Lic. Raquel Martínez Victoria²

Resumen. Dentro de los problemas de optimización combinatoria, se encuentra el problema de ruteo de vehículos (VRP) uno de los problemas más desafiantes para resolver, dado que se ubica en la clase de problemas NP- *Hard*, es decir, no hay posibilidad de resolverlos de manera óptima, en tales condiciones, aún es importante encontrar una solución factible que al menos esté razonablemente cerca de ser óptima. Así, el VRP representa un conflicto relevante dentro del terreno logístico siendo una de las áreas que recibe la mayor afectación y se reduce significativamente la oportunidad de operar de manera eficiente y generar así disminución en los costos, consecuencia de la escasa divulgación sobre las técnicas y métodos de solución del VRP. En este contexto se han propuesto diversos métodos de solución, pero dada su complejidad para encontrar una que sea aceptable en instancias reales se ha motivado al desarrollo de nuevas estrategias que permitan obtener una mejor solución, en menor tiempo y aun menor costo. Por tal motivo en el presente trabajo se realiza un análisis descriptivo de los métodos Metaheurísticos más relevantes como son Algoritmos Genéticos (GA), Búsqueda en Vecindarios Variables (LNS), Recocido Simulado (SA), Búsqueda Tabú (TS), Colonia de Hormigas (ACO) y Redes Neuronales (RNA), los cuales pueden sugerir mayor viabilidad en la solución del VRP mostrando a detalle la funcionalidad de cada uno.

Palabras Clave: VRP, Métodos, Metaheurísticos.

Introducción

El problema de ruteo de vehículos constituye un aspecto vital en la gestión logística, las numerosas aplicaciones del problema incluyen el movimiento de bienes y servicios a lo largo de la cadena de suministro con el objetivo de cumplir la entrega en el menor tiempo y costo posible, considerando que cada problema tiene sus propias restricciones peculiares que pueden relacionarse con la capacidad del vehículo, recogida y/o entrega, distancias recorridas o ventanas de tiempo de entrega. Independientemente de las variantes que puede presentar el problema como se muestra en [23], entre los componentes básicos se encuentran la flota de vehículos con capacidades fijas, un depósito y puntos de entrega.

Uno de los primeros estudios que trataron el problema de VRP se remonta al año de 1959, en este trabajo Dantzig y Ramser [14] tratan un problema de despacho de combustible con camiones, este problema surge como una generalización del problema clásico del agente viajero (TSP). Desde entonces, el interés en el VRP se incrementó de manera considerable, en [54] se hace una recopilación de diferentes aplicaciones de las instancias de VRP. El VRP de acuerdo a [26], [60] pertenece a la clase de problemas NP-*Hard*, pues el TSP pertenece a esta clase, y es un caso particular del VRP, cuando existe sólo un vehículo disponible, y no hay restricciones de capacidad ni distancia total recorrida.

El VRP, también conocido como el Problema de Ruteo de Vehículos con Capacidad limitada (CVRP), es descrito como aquel en el que vehículos ubicados en un depósito central son utilizados para visitar clientes localizados geográficamente dispersos para satisfacer las demandas (conocidas) de los clientes [12], [17], [23], [25]. Así, se exige que cada cliente sea visitado una sola vez por uno de los vehículos, respetando las restricciones de capacidad de éstos, de tiempo máximo permitido de trabajo, distancia máxima recorrida, etc. El problema puede formularse como un modelo de programación lineal entero. Resolver el VRP es encontrar la mejor solución posible al problema formulado en lenguaje matemático, donde el criterio que evalúa la calidad de una solución es cuantitativo, generalmente asociado a un costo y denominado función objetivo [22] y [57].

En la historia reciente del VRP ha habido una evolución constante en la calidad de las metodologías resolutivas utilizadas en este problema, destacando sobre los métodos exactos y heurísticos los metaheurísticos. Una de las características que diferencia los métodos heurísticos de los metaheurísticos se refleja en que los primeros son procedimientos que tratan de descubrir una solución factible muy buena, pero no necesariamente una solución óptima para el problema específico bajo consideración, con frecuencia los métodos heurísticos se basan en ideas relativamente simples de sentido común acerca de la forma en que se debe buscar una buena solución, estas ideas deben ajustarse al problema específico de interés. En consecuencia, los métodos heurísticos tienden a ser *ad hoc* por naturaleza. Esto es, por lo general cada método se diseña para abordar un tipo específico de problema en vez de una variedad de aplicaciones. Por muchos años esto significó que, para desarrollar un método heurístico se debía iniciar desde cero

¹ Ing. Oscar Hernández Mercado es Profesor de Ingeniería en la Universidad Mexiquense del Bicentenario de Jiquipilco, Estudios de Maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial (toma de decisiones) en ITESCO Edo. México y Especialidad en la UPN, México, hernandez_ing@yahoo.com.mx (autor correspondiente).

² Lic. Raquel Martínez Victoria es Profesora de la Universidad Autónoma del Estado de México, Estudios de Maestría en UAEMéx y Especialidad en la UPN, México, mavira_22@hotmail.com

para así ajustarse al problema de consideración, siempre que no existiera un algoritmo disponible para encontrar una solución óptima. Este panorama ha cambiado en años relativamente recientes con el desarrollo de metaheurísticas poderosas [27].

Las metaheurísticas se han desarrollado de forma espectacular desde su creación en el año de 1980, inspiradas en la evolución biológica, la resolución de problemas de manera inteligente, ciencias matemáticas y físicas, sistemas nerviosos y mecánica estadística [24], son métodos de solución general que proporciona tanto una estructura general como criterios estratégicos para desarrollar un método heurístico específico que se ajuste a un tipo particular de problema [24], [27], [53] estos han tenido éxito generalizado en la resolución de problemas de optimización combinatoria como el VRP gracias a la flexibilidad que brindan para adaptarlos en instancias variables.

En el presente trabajo se expone la descripción de las metaheurísticas más utilizadas para resolver los problemas de optimización combinatoria como es el caso del VRP, entre las cuales encontramos: Algoritmos Genéticos (GA), Búsqueda en Vecindarios Variables (LNS), Recocido Simulado (SA), Búsqueda Tabú, Colonias de Hormigas y Redes Neuronales [3], [40], [64].

Metaheurísticas para VRP

Concepto.

En el lenguaje coloquial, optimizar significa poco más que mejorar; sin embargo, en el contexto científico la optimización es el proceso de tratar de encontrar la mejor solución posible para un determinado problema. En un problema de optimización como el VRP existen diferentes soluciones, un criterio para discriminar entre ellas y el objetivo es encontrar la mejor, es decir, aquella que nos proporcione el menor costo. De forma más precisa, estos problemas se pueden expresar como encontrar el valor de unas variables de decisión para los que una determinada función objetivo alcanza su valor máximo o mínimo, el valor de las variables en ocasiones está sujeto a unas restricciones [35], [64]. La idea intuitiva de problema “difícil de resolver” queda reflejada en el término científico NP-hard utilizado en el contexto de la complejidad algorítmica [27], [34], [57], estos métodos, en los que la rapidez del proceso es tan importante como la calidad de la solución obtenida, se denominan metaheurísticos o aproximados [35].

Dentro de los métodos aproximados también encontramos a los heurísticos los cuales proporcionan soluciones de buena calidad, solo que en la actualidad se consideran soluciones locales, es decir, comparadas con las soluciones que proporcionan las metaheurísticas se consideran de menor calidad. Por definición se tiene que un método heurístico es un procedimiento que trata de descubrir una solución factible, pero no necesariamente óptima [7], [8], [30]. Los trabajos [14], [45], [46], [47], [52] hacen una colección y explicación de las heurísticas más usadas.

A diferencia de la heurística, una metaheurística es un método de solución general, que proporciona tanto una estructura general, como criterios estratégicos para desarrollar un método específico que se ajuste a un tipo particular del problema [8], [27]. Las metaheurísticas están diseñadas para abordar los problemas de optimización donde las heurísticas clásicas no han podido resolverlo de manera eficiente [24]. De acuerdo a [7], [24] el término metaheurísticas se obtiene de anteponer a heurística el sufijo meta que significa “más allá” o “a un nivel superior” siendo estrategias inteligentes para diseñar o mejorar procedimientos heurísticos.

Las metaheurísticas brindan dos aportes complementarios a los que proporcionan las heurísticas clásicas, primero permiten explorar el universo de soluciones sectorialmente, buscando abarcar de forma más amplia y seleccionada los grupos de soluciones de dicho universo, éstos grupos se conocen como vecindarios de solución (*neighborhoods*); además, permiten una flexibilidad para generar algoritmos que se adapten a cada contexto de cada vecindario de soluciones, buscando brindar de esta manera una eficacia mayor en la búsqueda de una mejor solución, sin embargo, estas mejoras incurren en más consumo de tiempo en el proceso computacional comparado con los heurísticos clásicos [46]. De acuerdo con [24] menciona que una metaheurística es un proceso de generación iterativo que guía una heurística subordinada combinando inteligentemente diferentes conceptos para explorar y explorar los espacios de búsqueda exhaustivamente usando las estrategias de aprendizaje para estructurar la información con el fin de encontrar soluciones casi-óptimas de manera eficiente. Entre tanto, la principal desventaja es que no existe garantía de que la mejor solución que se obtenga, sea una solución óptima o incluso que esté cerca de serlo [27], [36]. En la figura 1, se muestra de manera gráfica el concepto de óptimos locales generados en su mayoría por los métodos heurísticos y óptimos globales obtenidos a partir de algoritmos metaheurísticos.

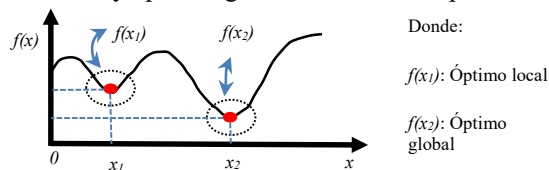


Figura 1: Óptimo local y óptimo global.

Clasificación y Características de las metaheurísticas.

Existen varias formas de clasificar a los algoritmos metaheurísticos, entre las cuales encontramos; el particular punto de vista del autor que está generando la diferencia entre estos, en función del tipo de procedimiento al que hace referencia, al sistema de inspiración natural en el cual se basa, al tipo de inspección que realizan sobre la población de soluciones, al tipo de memoria que presentan para la mejora de la solución, al método que se utiliza para la construcción de la solución, entre otros, en [3], [6], [7], [13], [36], [40], [46], [48], [62] estructuran la clasificación de acuerdo a una de las características antes mencionadas, la tabla 1 muestra la taxonomía clásica de metaheurísticas.

Criterio	Tipo de Metaheurística	Características	Algoritmo
Fuente de inspiración.	Fenómenos naturales.	Se basan en un símil real (biológico, social, cultural).	RNA, GA, SA, ACO.
	Sin inspiración.	Se obtienen directamente de sus propiedades matemáticas.	LNS, TS.
Cantidad de soluciones.	Poblacional.	Buscan el óptimo a través de un conjunto de soluciones.	LNS, ACO, GA.
	Trayectoria.	Trabajan con una solución que mejoran iterativamente.	RNA, TS, SA.
Función objetivo.	Estática.	No hacen ninguna modificación sobre la función objetivo del problema.	
	Dinámica.	Modifican la función objetivo durante la búsqueda.	
Cantidad de vecindades	Una vecindad	Utilizan exclusivamente una estructura de vecindad.	GA, SA, TS.
	Varias vecindades	Modifican la estructura de vecindad.	LNS, ACO, RNA.
Uso de memoria	Con memoria	Utilizan una estructura de memoria para recordar la historia pasada.	ACO, TS, RNA.
	Sin memoria	Se basan exclusivamente en el estado anterior.	GA, SA, LNS.
Estrategia seguida	Método constructivo	Las cuales parten de una solución inicial vacía y se van agregando componentes hasta construir una solución.	ACO, RNA.
	Basada en trayectorias	Utilizan como heurística subordinada cualquier algoritmo de búsqueda local, que sigue una trayectoria en el espacio de búsqueda, mediante iteraciones que tratan de reemplazar una solución inicial por otra de mejor calidad.	LNS, TS, SA.
	Basada en poblaciones	El proceso contempla múltiples puntos de búsqueda en el espacio, que evolucionan en paralelo.	GA
Tipo de procedimientos referidos	Para métodos de relajación	Se refieren a procedimientos de resolución de problemas que utilizan relajaciones del modelo original (es decir, modificaciones del modelo que lo hacen más fácil de resolver), cuya solución facilita la solución del problema original.	
	Para procesos constructivos	Se orientan a los procedimientos que tratan de la obtención de una solución a partir del análisis y selección paulatina de las componentes que la forman.	SA.
	Para búsquedas por entorno	Guián los procedimientos que usan transformaciones o movimientos para recorrer el espacio de soluciones alternativas y explotar las estructuras de entornos asociadas.	LNS.
	Para procesos evolutivos	Enfocadas a los procedimientos basados en conjuntos de soluciones que evolucionan sobre el espacio de soluciones.	GA.
	De descomposición	Establecen pautas para resolver un problema determinando subproblemas a partir de los que se construye una solución del problema original.	
	De memoria a largo plazo	Constituyen el caso más relevante de las metaheurísticas de aprendizaje y se sitúan entre las de arranque múltiple y las derivadas de la búsqueda tabú.	ACO, TS, RNA.

Tabla 1: Taxonomía de metaheurísticas.

Actualmente, los algoritmos para resolver las distintas instancias del VRP como se puede apreciar, no existe una clasificación rigurosa ni totalmente aceptada respecto a la gran diversidad de metaheurísticas desarrolladas; lo que hace que en algunos casos las categorías planteadas no sean excluyentes, permitiendo que un mismo método pudiera incluirse en más de una categoría. Además, como ya se ha planteado la esencia de la metaheurística es guiar el desarrollo de métodos heurísticos que permitan darle solución a un problema determinado, y facilitar la toma de decisiones [7], [36], [40].

Dentro de las características deseables de una metaheurística de acuerdo con [6], [12], [40], [44] se encuentran las siguientes:

- Los algoritmos metaheurísticos son estrategias que guían el proceso de búsqueda.
- El objetivo es eficientar la exploración del espacio de búsqueda con el fin de escapar de los óptimos locales.
- Las técnicas que constituyen algoritmos metaheurísticos van desde simples procedimientos de búsqueda local a los procesos de aprendizaje complejos.
- Los algoritmos metaheurísticos son aproximados y por lo general no determinista.
- Pueden incorporar mecanismos para evitar quedar atrapado en áreas definidas del espacio de búsqueda.
- Los conceptos básicos de metaheurísticas permiten una descripción del nivel abstracto de los problemas.
- Los algoritmos metaheurísticos son de aplicación general.
- Las metaheurísticas más avanzadas utilizan algún tipo de memoria para guiar la búsqueda.

Métodos metaheurísticos.

Entre las metaheurísticas más comúnmente utilizadas en problemas de optimización combinatoria de acuerdo con [3], [7], [12], [15], [16], [37], [38], [39], [40], [46], [47], [50], [52], [61], [64] se encuentran:

Algoritmos genéticos (GA): corresponden a una clase de algoritmos evolutivos. Cada solución del problema se codifica en un cromosoma, donde cada elemento de éste se le llama gen. El conjunto de cromosomas forman una población, que para una iteración corresponde a una generación. Se les aplican diversos operadores, para generar nuevos individuos, que son agregados a la población, en un proceso iterativo que trata de escapar de mínimos locales. Han tenido éxito en resolver problemas de rutas de vehículos, así como de localización y cobertura, entre muchos otros. Han sido aplicados recientemente en su forma pura para el VRP original, y en forma híbrida combinando características de otras metaheurísticas [3], [40]. En [43] resolvieron el VRP utilizando esta técnica con ayuda de un heurístico clásico durante el proceso de mutación en los genes y así poder obtener una mejor solución, el algoritmo genético básico es el siguiente:

- Genera una población inicial, después de elegir el tipo de codificación, para representar cada configuración.
- Calcula la función objetivo de cada configuración de la población y almacena la incumbente (la mejor configuración encontrada durante el proceso).
- Realiza selección.
- Realiza recombinación.
- Realiza mutación y termina de generar la nueva población de la siguiente generación.
- Si el criterio de parada (o criterios de parada) no se han cumplido el proceso regresa al paso (2).

Los pasos (2), (3), (4) y (5), en conjunto, son conocidos como ciclo generacional. Para una descripción detallada del algoritmo y aplicación a un problema de VRP se encuentra en [50].

Búsqueda en vecindarios variables (LNS): parte desde una solución inicial aleatoria, a partir de la que se van explorando, usando algún algoritmo de búsqueda local eficiente, vecindarios progresivamente más lejanos (y grandes); en caso de que se encuentre una mejor solución, la búsqueda se mueve hasta ella, reiniciándose la búsqueda en los vecindarios de esta. Es un método de trayectoria, recientemente puede mencionarse su aplicación al OVRP, y al VRP original en una versión adaptada del LNS, conocida como VND (Descenso en Vecindarios Variables) [3], [40]. En [2] se aplica para resolver el VRP con pedidos dinámicos en el cual se requiere establecer un plan para dar servicio a un conjunto de clientes utilizando una flota de vehículos, a la vez que se trata de incluir en el mismo plan a nuevos clientes que envían sus pedidos durante la misma jornada de trabajo, mientras que en [18] se resuelve el VRP con entregas y recogidas múltiples. El algoritmo general para LNS se explica de forma detallada en [43], la versión sintetizada sería la siguiente:

- Inicialización. Seleccionar una serie de estructuras de entornos $N_k, k = 1, \dots, k_{max}$, que se usaran en la agitación; y una serie de estructuras de entornos $N'_j, j = 1, \dots, j_{max}$, que se usaran en el descenso y una solución inicial x . Elegir una condición de parada.
- Iteraciones. Repetir, hasta que se cumpla la condición de parada, la siguiente secuencia:
 - (1) Hacer $k \leftarrow 1$.
 - (2) Repetir, hasta que $k = k_{max}$, los pasos:
 - (a) Agitación. Generar al azar una solución x' del k -ésimo entorno de x .
 - (b) Búsqueda local. Aplicar la VND con los entornos $N'_j, j = 1, \dots, j_{max}$, y x' como solución inicial; denótese con x'' la solución así obtenida.
 - (c) Moverse o no. Si la solución obtenida x'' es mejor que x , hacer $x \leftarrow x''$ y $k \leftarrow 1$; en otro caso, hacer $k \leftarrow k + 1$.

Recocido simulado (SA): se trata de asemejar el proceso de manufactura donde un material (metal) es calentado hasta altas temperaturas, para luego ser enfriado lentamente, de tal manera que sus estructuras cristalinas se reorganicen en la configuración de mínima energía [3], [40]. En la versión computacional, la temperatura es discretizada, y para realizar una analogía con la situación física, se admiten soluciones peores que la mejor encontrada con una probabilidad proporcional a la distribución termodinámica de Boltzmann [13], permitiendo escapar de óptimos locales. Es fácil de implementar, y posee varios parámetros que se pueden cambiar para buscar mejoras, como el patrón de enfriamiento, o la probabilidad de aceptar una peor solución. En [1] se debe sincronizar las visitas simultáneas de vehículos de manera eficiente para la entrega de mercaderías.

En este algoritmo de SA se aplica una acción combinada del mecanismo de generación de alternativas y del criterio de aceptación. T_k denota el valor del parámetro de control (temperatura) y N_k el número de alternativas generadas en la k -ésima iteración del algoritmo. Inicialmente cuando T es grande, se aceptan empeoramientos grandes de la función objetivo; cuando T decrece, solamente se aceptan pequeños deterioros y finalmente, cuando T tiende a cero, sólo se aceptan mejoramientos de la función objetivo. Esta característica hace que el algoritmo SA sea diferente a los algoritmos de búsqueda local, en [50] se encuentra una descripción detallada del algoritmo para la T-inicial.

A partir del estado i con costo $f(i)$ se genera el estado j con costo $f(j)$. El criterio de aceptación para el problema de minimización, determina si este nuevo estado es aceptado; para esto se calcula la siguiente probabilidad:

$$P_r(\text{accepta}_j) = \begin{cases} 1 & \text{si } f(j) \leq f(i) \\ e^{-(f(j)-f(i))/T} & \text{si } f(j) > f(i) \end{cases}$$

Para determinar la temperatura inicial se utiliza la siguiente ecuación:

$$X = \frac{(m_1 + m_2)(e^{(\Delta F^+)})}{m_1 + m_2}$$

Donde:

X = Es la tasa de aceptación;

$F(j)$ = Es el valor de la función objetivo en la alternativa j ;

m_2 = Es el número de transiciones propuestas, para las cuales $F(j) > F(i)$

ΔF^+ = Es el incremento medio en el costo de las m_2 transiciones.

m_1 = Es el número de transiciones propuestas de i a j , para las cuales $F(j) \leq F(i)$

$$\Delta F^+ = (\sum_{i=1}^{m_2} \Delta F_i) / m_2$$

$$T_0 = (\Delta F^+) / \ln((m_2) / (m_2 \cdot X - m_1(1-X)))$$

Búsqueda tabú (TS): en esta metaheurística busca en la proximidad de la solución actual otra que mejore la evaluación de la función objetivo, almacenando las soluciones anteriores (o alguna característica de éstas), las que son marcadas como tabú. Esto evita que el algoritmo entre en un ciclo, pudiendo escapar de óptimos locales [3], [40]. Es un método de trayectoria, que aparece por primera vez en 1989 [16], [39]. En [9] se utiliza el algoritmo para el VRP con entrega y recogida simultánea de servicios.

TS está basado en la premisa de que el proceso de solución de un problema puede ser considerado inteligente si este incorpora la memoria adaptativa y la exploración sensible. El empleo de memoria adaptativa lo diferencia de las técnicas sin memoria como SA, GA y de las técnicas con memoria rígida como las técnicas de inteligencia artificial y de *branch and bound*. Así una estrategia que guía un algoritmo, y que usa memoria como TS, cuando hace una mala selección (pasa a una configuración de mala calidad), podría aprovechar esa información (mala selección) para evitar regresar a visitar esa configuración (mala) y además, esta información podría servir para modificar (mejorar) la propia estrategia que guía el proceso de búsqueda para tener capacidad de encontrar o seleccionar configuraciones de mejor calidad [50].

Colonias de hormigas (ACO): basadas en la naturaleza, varias hormigas (procesos, hilos, agentes, etc.) exploran distintas direcciones del espacio de soluciones factibles, dejando tras de sí un rastro de feromonas, que le indican a la siguiente hormiga las direcciones más ‘interesantes’ de ser exploradas, las que toma con una probabilidad proporcional al nivel de feromona existente, en un intento por no caer en un óptimo local. Junto con esto, por su naturaleza multi-agente de búsqueda aparece como una estrategia trivialmente paralelizable. Además, los niveles de feromonas disminuyen tras cada iteración (se evapora). Como trabaja con distintos agentes, se le considera un algoritmo basado en poblaciones [3], [38], [37], [40]. En [4] se propone una mejor optimización del algoritmo de colonias de hormigas, posee una nueva estrategia para actualizar el aumento de feromona, denominada estrategia *ant-weight*, y una operación de mutación, para resolver VRP.

En [50], proponen un modelo estocástico que describe adecuadamente la dinámica de las hormigas. En este modelo, una cantidad ψ de individuos recorren el puente en cada dirección a una velocidad constante de v cm/s, depositando una unidad de feromona en cada brazo. Los posibles caminos trazados por una hormiga dentro del puente tienen una longitud dada en cm de l_s para el camino corto y l_l para el camino largo. Por lo tanto una hormiga que transite por el camino corto requiere un tiempo $t_s = l_s/v$ segundos, mientras que si lo hace por el camino largo toma $t_l = l_l/v$ segundos.

Redes neuronales (RNA): la mayoría de las redes neuronales aplicadas para resolver problemas de optimización son versiones de la red de Hopfield [28]. La red de Hopfield puede auto ajustarse para alcanzar el estado de mínima energía. La idea básica consiste en transformar el problema de optimización en la minimización de la función de energía de la red de Hopfield y determinar la estructura de una red neuronal de forma que las situaciones de energía mínima correspondan al estado de equilibrio de la red. De esta forma, la red evoluciona hacia el estado de equilibrio proporcionando la solución del problema [3], [40]. La principal ventaja de las redes se obtiene cuando, tras resolver el problema y disponer del estado de la red correspondiente, una modificación del modelo se traduce en una modificación de la red que provoca un rápido reajuste del equilibrio proporcionando la nueva solución al problema. En [10], [33], [51], [55] son unos de los pocos trabajos en los cuales se aplica el algoritmo para resolver el VRP.

El algoritmo básico de evaluación de la red de Hopfield es el siguiente [11], [19], [21], [29], [58]:

- Calcule los valores de los pesos que conectan a los nodos, utilizando la siguiente fórmula:

$$t_{ij} = \begin{cases} \sum_{s=0}^{m-1} x_{is} x_{js} & \text{si } i \neq j \\ 0 & \text{si } i = j \end{cases}$$

Donde t_{ij} es el peso que va del neurón i al neurón j , y es el valor del i -ésimo elemento de la s -ésima clase; m es el número de clases que se desean aprender.

- En notación matricial:

$$T = \sum_i X_i^T X_i, \quad t_{ii} = 0$$

- Inicialice la red con un patrón de entrada:

$$U_i(0) = X_i \quad 0 \leq i \leq n-1; \text{ donde } n \text{ es número de nodos de la red.}$$

- Itere hasta converger siguiendo la siguiente fórmula:

$$U_i(t+1) = F\left(\sum_{j=0}^{n-1} t_{ij} U_j(t)\right) \quad 0 \leq i \leq n-1$$

Donde F es una función escalón definida por:

$$t_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } x > 0 \\ -1 & \text{si } x < 0 \\ U_j(t) & \text{si } x = 0, \text{ sin cambio} \end{cases}$$

Cuando la red converge, su salida representa el patrón que más se parece al patrón de entrada dado.

Conclusiones

Las metaheurísticas utilizadas para la resolución de problemas de optimización como el VRP constituyen un campo en plena consolidación y desarrollo debido a que es un desafío en sí mismo, por las variantes que admite, y por la complejidad que presenta desarrollar un algoritmo que ayude a solucionar problemas reales en un tiempo y costo mínimo. En la actualidad para la resolución de instancias reales del VRP, no resulta eficiente el uso de algoritmos

diseñados a propósito de manera particular, es necesario el desarrollo y uso de algoritmos que brinden la posibilidad de proporcionar pautas y estrategias generales que permitan la aplicación de la misma metodología a instancias diferentes, así mismo, que permitan obtener soluciones casi-óptimas de mejor calidad logrando escapar de los óptimos locales; una manera de proporcionar estas estrategias de solución es a través del uso de algoritmos metaheurísticos.

Dentro de las líneas de trabajo activas actualmente se encuentran el desarrollo de algoritmos híbridos y paralelos inteligentes, el diseño de algoritmos para correr en hardware especializado, la optimización multiobjetivo y bajo ambientes de incertidumbre.

Referencias

- [1] Afifi Sohaib, Dang Duc-Cuong, Moukrim Aziz, 2012. A Simulated Annealing Algorithm for the Vehicle Routing Problem With Time Windows and Synchronization Constraints, Université de Technologie de Compiègne, France.
- [2] Alba Enrique, F. Doerner Karl, Sarasola Briseida, 2010. Un Algoritmo de Búsqueda en Vecindario Variable para la Asignación de Rutas a Vehículos con Pedidos Dinámicos, Universidad de Málaga, España.
- [3] A. Kochenberger Gary and Fred Glover, 2003, HANDBOOK OF METAHEURISTICS, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS.
- [4] Baozhen Yao, Bin Yu, Zhong-Zhen Yang, 2009. An Improved Ant Colony Optimization for Vehicle Routing Problem, European Journal of Operational Research 196, pp. 171–176.
- [5] Bianchi Leonora et. al., 2000. Hybrid Metaheuristics for the Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands, Germany.
- [6] Blum Christian and Roli Andrea, Metaheuristics in Combinatorial Optimization: Overview and Conceptual Comparison, Université Libre de Bruxelles
- [7] Brito Santana Julio et. al. 2004. Metaheurísticas: una Revisión Actualizada, Grupo de Computación Inteligente, Universidad de la Laguna.
- [8] Cachay Boza Orestes et. al., 2012. El Empleo de Modelos Metaheurísticos en la Logística Industrial. El Caso del Enrutamiento de Vehículos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú.
- [9] Diéguez Galvão Roberto, Tang Montané Fermin Alfredo, 2006. A Tabu Search Algorithm for the Vehicle Routing Problem With Simultaneous pick-up and Delivery Service, Computers & Operations Research 33, pp. 595–619.
- [10] Fischer Kathrin, Schwardt Martin, 2008. Combined location-routing problems—a neural network approach, Institut für Logistik und Transport, Universität Hamburg, Von-Melle-Park 5, 20146 Hamburg, Germany.
- [11] Gang Feng and Christos Douligeris, Using Hopfield Networks to Solve Traveling Salesman Problems Based on Stable State Analysis Technique, Department of Electrical and Computer Engineering, University of Miami Coral Gables, USA.
- [12] García Sánchez Álvaro. 2009. Técnicas Metaheurísticas.
- [13] García Pardo Eduardo, Taxonomía de metaheurísticas, Optimización de Sistemas de Comunicación.
- [14] G. B. Dantzig and J. H. Ramser, 1959. The Truck Dispatching Problem. Management Science.
- [15] Gendreau Michel et. al. 2007. Metaheuristics for the Vehicle Routing Problem and Its Extensions: A Categorized Bibliography, CIRRELT, Université de Montreal, Canada.
- [16] Glover F., 1989. Tabu search: Part I. ORSA Journal on Computing 1. 190-206.
- [17] Goel Asvin, 2006. A General Vehicle Routing Problem, Universidad de Leipzig.
- [18] Goel Asvin, Gruhn Volker, 2005. Large Neighborhood Search for Rich VRP With Multiple Pickup and Delivery Locations, University of Leipzig, Germany.
- [19] Gómez Gil Ma. Del Pilar, 2011, Tópicos Avanzados: Redes Neuronales Artificiales, Neurodinámica: Las Redes de Hopfield, INAOE.
- [20] Greco Federico, 2008. Travelling Salesman Problem. Croatia.
- [21] Guanpu Xia, Zheng Tang and Yong Li, 2004, Hopfield Neural Network with Hysteresis for Maximum Cut Problem, Faculty of Engineering, Toyama University, Toyama-shi, Japan.
- [22] Hasle Geir and Kloster Oddvar, Industrial Vehicle Routing, Department of Applied Mathematics, P.O. Box 124 Blindern, Oslo, Norway.
- [23] Hernández Mercado Oscar, Vazquez Sergio, 2014, Estado del Arte para el Problema de Ruteo de Vehículos, Academia Journals, Celaya, México.
- [24] Ibrahim H. Osman, Janles P. Kelly, 1996. Meta-Heuristics. Theory and Applications. Kluwer academic P., Norwell MA.
- [25] Jaque Pirabán R. Andrés, 2007. Problema de Enrutamiento de Vehículos, Universidad Nacional de Colombia.
- [26] Jeff Erickson., 2009. NP-Hard Problems.
- [27] J. Lieberman Gerald, S. Hillier Frederick, 2001. Introducción a la Investigación de Operaciones, Ed. Mc-Graw-Hill
- [28] J.J. Hopfield and D.W. Tank, 1985. Neural Computation of Decisions in Optimization Problems. Bio. Cybern., 52: pp.141-152.
- [29] J.-Y. Potvin and K.A. Smith, ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR COMBINATORIAL OPTIMIZATION, Université de Montréal Canada and Faculty of Information Technology Monash University Australia.
- [30] Laporte, G. (1992). The Vehicle Routing Problem: An overview of exact and approximate algorithms. European Journal of Operations Research 59: 345-358.
- [31] Laporte, G., Osman, I.H. (1995). Routing Problems: A bibliography. Annals of Operations Research 61: 227-262.
- [32] Lúer Armir, 2009. El Problema de Rutas de Vehículos: Extensiones y Métodos de Solución, Estado del Arte. Universidad de la Frontera.
- [33] Luma Salal Hasan, 2012, Evaluate Neural Network for Vehicle Routing Problem, Al-Qadisyah University Mathematic & Computer Science Faculty Computer Science Deptt. Diwiyah, Iraq
- [34] Maldonado Carlos Eduardo, and Gómez Cruz Nelson Alfonso, El Mundo de la Ciencias de la Complejidad, Universidad del Rosario.
- [35] Martí Cunquero Rafael, Algoritmos Heurísticos en Optimización Combinatoria. Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad de Valencia.
- [36] Márquez Gómez Mervyn, 2013. Metaheurísticas: Current Trends and its Applicability in Ergonomics, Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Venezuela.
- [37] M. Dorigo and T. Stutzle, 2004 The Ant Colony Optimization. A Bradford Book The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England.
- [38] M. Dorigo, V. Maniezzo, and A. Colomi, 1996. Ant system: Optimization by a colony of cooperating agents. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics - Part B: Cybernetics, 26:1, 29-41.
- [39] Michel Gendreau, Alain Hertz, Gilbert Laporte, 1994. A Tabu Search Heuristic for the Vehicle Routing Problem, Management Science, Vol. 40, No. 10, pp. 1276-1290.
- [40] Michel Gendreau - Jean-Yves Potvin, 2010, Handbook of Metaheuristics, Second Edition, ed. Springer
- [41] Moreno Pérez José Andrés and Mladenović Nenad, 2005, Búsqueda por Entornos Variables para Planificación Logística, Instituto Universitario de Desarrollo Regional Universidad de La Laguna, España and School of Mathematics. Brunel University, London, Reino Unido.
- [42] Moreno Pérez José A., 2004, Metaheurísticas: Concepto y Propiedades, Dep. de Estadística, I.O. y Computación Universidad de La Laguna. España
- [43] Muhammad Masum Abdul Kadar, 2011. Solving the Vehicle Routing Problem Using Genetic Algorithm. International Journal of Advanced Computer Science and Applications.
- [44] Olivera Alfredo, 2004, Heurísticas para Problemas de Ruteo de Vehículos, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- [45] P.C. Pop, C. Pop Sitar, I. Zelina, V. Lupsu, C. Chira, 2011, Heuristic Algorithms for Solving the Generalized Vehicle Routing Problem, Int. J. of Computers, Communications & Control, Vol. VI (2011), No. 1 (March), pp. 158-165
- [46] Pedro Pedroso Joao, 2001. Meta-heuristics for Combinatorial Optimisation. Universidad de Lisboa y Universidad de Porto, Portugal.
- [47] Pemberty Ruiz Jorge Isaac. 2012. Implementación de un Algoritmo Metaheurístico para la Solución de un Problema de Programación de Transporte Terrestre Internacional, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- [48] Rodríguez Bocca Pablo, 2008. Metaheurísticas y Optimización Combinatoria en redes de computadores, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República. INRIA/Université de Rennes 1, Rennes, France.
- [49] Rocha, L.; González, C. y Orjuela, J. (2011). Una revisión al estado del arte del problema de ruteo de vehículos: Evolución histórica y métodos de solución. En: Ingeniería, Vol. 16, No. 2, pág. 35 - 55.
- [50] Romero Lazaro Ruben Augusto, Técnicas Heurísticas y Metaheurísticas de Optimización, Universidade Estadual Paulista-Ilha Solteira - Sao Paulo - Brasil
- [51] Schwardt Martin, 2008. Combined Location Routing Problems a Neural Network Approach, Universidad de Hamburg.
- [52] Stefan Ropke, 2005. Heuristic and Exact Algorithms for Vehicle Routing Problems, Montreal.
- [53] S. Villagra et. al. 2004. Metaheurísticas Aplicadas al Problema de Ruteo de Vehículos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- [54] Tonci Caric and Hrvoje Gold, 2008. Vehicle Routing Problem. Uniaversity of Zagreb, Croatia.
- [55] T. Gomes Lalinka, Von Zuben Fernando J., 2002. A Neuro-Fuzzy Approach to the Capacitated Vehicle Routing Problem, Department of Computer Engineering and Industrial Automation State University of Campinas, Brasil.
- [56] Toth, P., Vigo, D. (2002). The Vehicle Routing Problem. SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications.
- [57] Vélez Mario Cesar, 2007. Metaheurísticos: Una Alternativa para la Solución de Problemas Combinatorios en Administración de Operaciones, Revista EIA, Número 8, p. 99-115.
- [58] Ue-Pyng Wena, Kuen-Ming Lan, Hsu-Shih Shih, 2008, A review of Hopfield neural networks for solving mathematical programming problems, Department of Industrial Engineering & Engineering Management, National Tsing Hua University, Hsinchu 30013, Taiwan.
- [59] Villagra S., et. al., Metaheurísticas Aplicadas al Problema de Ruteo de Vehículos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- [60] W. Hamalainen, 2006. Class NP, NP-complete, and NP-hard problems.
- [61] Y. Zare Mehrjerdi. 2012. Vehicle Routing Problem: Meta-heuristic Approaches, International Journal of Applied Operational Research Vol. 2, No. 3, pp. 55-68.
- [62] Zabala Paula. 2006. Problemas de Ruteo de Vehículos, Universidad de Buenos Aires.
- [63] Z. Ismail and Irhamah, 2008. Solving the Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands via Hybrid Genetic Algorithm-Tabu Search, Journal of Mathematics and Statistics: 4(3): pp. 161-167. Malaysia.
- [64] Xin-She Yang, 2010. Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms, University of Cambridge.

Generación de Límites de Aceptación con Base en Excedencias, en un Sistema de Control de Voltaje en Baja Tensión, Utilizando Teoría de Valores Extremos

Dr. Raúl Hernández Molinar¹, Dr. Orlando Guarneros García²,
M. en C. Arturo Iglesias Zárte³

Resumen— Se presentan resultados generados a partir de la simulación de cuantiles que se encuentran en el extremo superior de una función de distribución de probabilidad. Los conjuntos de datos fueron construidos utilizando un sistema de generación de datos aleatorios basado en el software Minitab 17. Los resultados fueron verificados mediante un sistema de adquisición de datos; se realizaron las pruebas de bondad de ajuste, se validaron los datos considerando criterios basados en el sesgo y en el cuadrado medio del error. Se encontraron resultados que muestran evidencia de que en el caso de datos de corriente eléctrica de baja tensión, es posible utilizar distribuciones Normal, Lognormal, Weibull o la distribución de Valor Extremo Mayor. Se determinaron conjuntos de datos considerando como fronteras los percentiles 95, 97.5 y 99; y se realizó un análisis del comportamiento, utilizando teoría de valor extremo. Se muestran resultados asociados al percentil 95. Se encontró que con base en los escenarios generados, es posible proponer límites que pueden generar criterios de aceptación en casos particulares.

Palabras clave—Valores Extremos, Excedencias, Confiabilidad, Límites de Aceptación, Cartas de Control

Introducción

El trabajo de investigación desarrolla resultados a partir de escenarios construidos a partir de muestreo intensivo; los cuales que pueden ser relevantes cuando se desea proponer límites de aceptación basados en teoría asintótica de valores extremos, en procesos de liberación de equipo eléctrico de baja tensión, o bien para proponer estándares que pueden ser más prácticos en la industria. Se hacen comparaciones con límites generados a través de control estadístico de proceso. Se presentan resultados generados a partir de la simulación de cuantiles que se encuentran en el extremo superior de una función de distribución de probabilidad. Los conjuntos de datos fueron construidos utilizando un sistema de generación de datos aleatorios basado en el software estadístico especializado.

Los resultados fueron verificados mediante un sistema de adquisición de datos; se realizaron las pruebas de bondad de ajuste, se validaron los datos considerando criterios basados en el sesgo y en el cuadrado medio del error. Se encontraron resultados que muestran evidencia de que en el caso de datos de corriente eléctrica de baja tensión, es posible utilizar distribuciones Normal, Lognormal, Weibull o la distribución de Valor Extremo Mayor. Se determinaron conjuntos de datos considerando como fronteras los percentiles 95, 97.5 y 99; y se realizó un análisis del comportamiento, utilizando teoría de valor extremo. Se muestran resultados asociados al percentil 95. Se encontró que con base en los escenarios generados, es posible proponer límites que pueden generar criterios de aceptación en casos particulares.

Se presentan resultados para proponer límites de aceptación basados en teoría asintótica de valores extremos, en procesos de liberación de equipo eléctrico de baja tensión, o bien para proponer estándares que pueden ser más prácticos en la industria. Se hacen comparaciones con límites generados a través de control estadístico de proceso. Los resultados fueron generados a partir de la simulación de cuantiles que se encuentran en el extremo superior de una función de distribución de probabilidad. Los conjuntos de datos fueron construidos utilizando un sistema de generación de datos aleatorios basado en el software estadístico especializado. Se empleó un sistema de adquisición de datos para la validación; se realizaron las pruebas de bondad de ajuste, se validaron los datos considerando criterios basados en el sesgo y en el cuadrado medio del error.

Acerca del Desarrollo del Proyecto

¹ El Dr. Raúl Hernández Molinar es Profesor Investigador de Tiempo Completo en el Área Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, San Luis Potosí, raul.hernandez@uaslp.mx (**autor corresponsal**)

² El Dr. Orlando Guarneros García es Profesor Investigador de Tiempo Completo en el Área Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, San Luis Potosí orlando.guarneros@uaslp.mx

³ El M. en C. Arturo Iglesias Zárte es Profesor Investigador en el Departamento de Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, San Luis Potosí arturo.iglesias@uaslp.mx

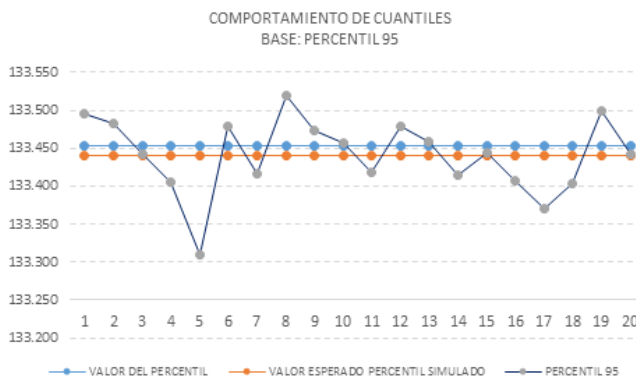
El estudio es parte de un proceso diseñado para identificar la naturaleza de características críticas de calidad que son analizadas para generar decisiones cuando un sistema de alimentación eléctrica genera valores en las fronteras relacionadas con límites de aceptación. Se determinaron límites que son considerados valores críticos o límites de aceptación considerando escenarios generados con base en parámetros conocidos previamente.

Con base en un sistema de adquisición de datos conectado directamente a un centro de carga, se construyó un archivo con información del voltaje demandado. Se hicieron pruebas estadísticas que indican que el valor promedio del voltaje tiende a ser 130 Volts, con una desviación estándar de 2.1158. Se hicieron pruebas para evaluar la bondad del ajuste de estos datos y se encontró que es viable asumir distribuciones que se caracterizan por tener colas pesadas; como *Lognormal*, *Weibull* (2 y 3 parámetros), *Gamma*, y “*largest extreme value*” distribución. Se compararon los resultados obtenidos con escenarios producidos mediante procesos intensivos de muestreos aleatorios utilizando el software Minitab 17.

Análisis Exploratorio de los Datos

Se analizaron los datos con condiciones de frontera, considerando el percentil 95 como límite de aceptación de referencia. El proceso de simulación considera un proceso aleatorio intensivo con 10000 repeticiones, se generaron grupos de datos con diferentes tamaños de muestra; se eligieron estadísticos de orden para cada una considerando $k=10, 15, 20$ y 25 estadísticos de orden mayor, y se llevó a cabo el análisis. En la Figura 1 se observan los valores que se encuentran alrededor del Percentil 95. Se seleccionaron datos que satisfacen condiciones en la frontera y se han considerado como valores extremos las excendencias correspondientes. Se observa un comportamiento aleatorio de los datos.

Con base en el conocimiento de la información analizada, se espera utilizar los valores excedentes para proponer valores límite de referencia, que permitan realizar el ajuste y la calibración de equipos de medición para liberar sistemas de control en un centro de carga.



Gráfica 1. Comparación del Percentil simulado



Gráfica 2. Variación del Percentil simulado

Se verificó la regularidad del proceso de simulación de los valores de los cuantiles, a través de pruebas de homocedasticidad, comparaciones del cuadrado medio del error y análisis de sesgo. El proceso ha sido empleado para determinar muestras aleatorias de estadísticos de orden mayor que pueden ser utilizadas en procesos de estimación para generar información y detectar límites de aceptación en proyectos de ajuste o calibración de equipos y sistemas de medición.

Se realizaron pruebas de bondad de ajuste. Se ha observado que cuando se decide utilizar un proceso de muestreo a partir del percentil 95, los datos seleccionados pueden converger a funciones de distribución que se caracterizan por tener cola pesada (*heavy tailed distributions*). Los resultados obtenidos mostraron evidencia de un comportamiento sistemáticamente estable. Se realizaron análisis de capacidad de proceso, y se comprobó que la varianza en el extremo de la distribución sigue siendo constante cuando se utiliza como función de distribución de referencia una función de distribución de cola pesada, como es el caso de la *Lognormal*; se encontraron valores de C_{pk} con características aceptables. Con base en estos resultados, se realizó un análisis de condiciones de frontera para dos de las distribuciones: *Lognormal* y *Weibull*, aunque se muestran solamente los resultados en el caso de la distribución *Lognormal*.

El proceso de muestreo utilizado con base en los parámetros empleados, indica que en casos de estudio en los extremos de la distribución, las funciones *Lognormal*, *Weibull*, *Gamma* y la función de distribución del valor mayor extremo, pueden ser empleadas para hacer inferencias acerca de los valores que caracterizan áreas de información que se definen bajo riesgo o exceden condiciones de frontera

Análisis de Estimadores Generados Mediante Teoría de Valor Extremo

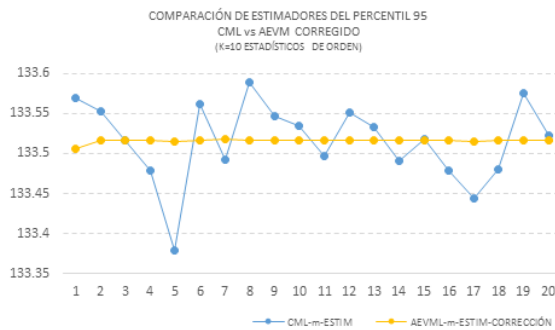
El proceso de muestreo de estadísticos de orden mayor considera que los datos en el extremo superior de la distribución tienen un comportamiento basado en funciones que se caracterizan por ser de colas pesadas. Se considera un método de estimación de los parámetros asumiendo que el dominio de atracción de los estadísticos de orden pertenece a la función de distribución *Gumbel* y utiliza principalmente los resultados que están documentados en Weissman (1978), Galambos (1987), Villaseñor (1981) y Hernández-Molinar (1999).

En este caso, la idea central radica en simular posibles escenarios para determinar criterios que permitan tener marcos de referencia cuando se desea hacer ajustes, calibrar o definir límites en procesos de medición o fabricación; los cuales son útiles en protocolos de muestreo que serán propuestos en sistemas de control estadístico de procesos. Se presenta el caso particular del control de voltajes que exceden valores críticos que se encuentran por encima de percentiles establecidos por un sistema de control prediseñado.

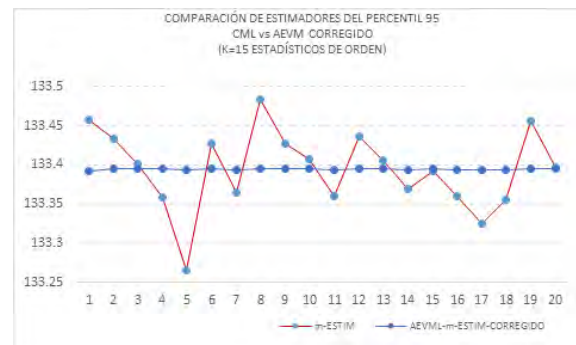
Generación y Análisis de Estimadores cuando la función es Lognormal

El proceso de estimación cuando la función de distribución es *Lognormal* genera resultados que indican estabilidad en el cuadrado medio del error con una tendencia a cero, aunque se observa un sesgo considerable cuando se compara con el percentil utilizado como referencia en el proceso de simulación. Se puede analizar la posibilidad de eliminar o corregir este sesgo. Las Gráficas 7,8,9 y 10 muestran que el sesgo es significativo, pero constante; esto permite determinar un factor de corrección suficientemente confiable.

Las Gráficas 3,4, 5 y 6 muestran que la variación del estimador producido utilizando un método fundamentado en teoría asintótica de valor extremo (AEVM) es significativamente pequeña al ser comparado con el que se produce mediante el método clásico de máxima verosimilitud (CML), aunque se debe mencionar que ha sido corregido con base en la detección del sesgo encontrado al emplear el método de estimación.



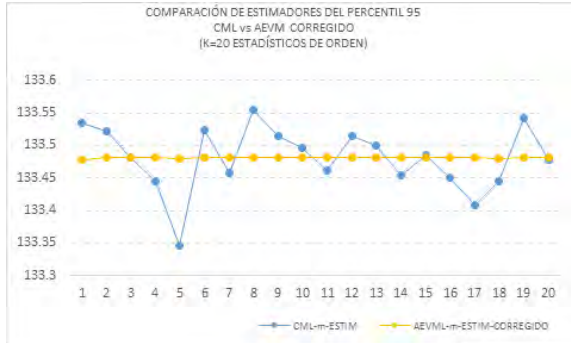
Gráfica 3. Comparación de estimadores del percentil 95. CML vs AEVM. K=10 estadísticos de orden



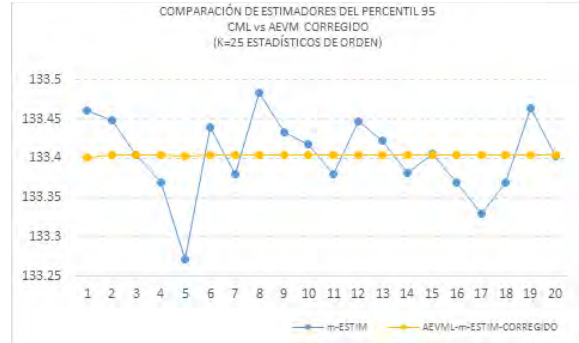
Gráfica 4. Comparación de estimadores del percentil 95. CML vs AEVM. K=15 estadísticos de orden

Las gráficas seleccionadas se presentan con base en el número (k) de estadísticos de orden mayor elegidos a partir de muestreo aleatorio intensivo basado en los parámetros de la distribución y en la generación de muestras de tamaño n . En este caso, se presentan resultados considerando que se han generado muestras de tamaño $n = 100$, a partir de 10000 iteraciones, monitoreadas para comprobar la bondad de ajuste y la aleatoriedad. También resulta interesante observar que a medida que aumenta el número de estadísticos de orden mayor en la muestra, el sesgo se ve afectado y se incrementa, pero su error cuadrático medio se reduce. Sin embargo, se ha encontrado que cuando k tiende a incrementarse (valores mayores que 50), el proceso de estimación se vuelve errático y no muestra la estabilidad requerida.

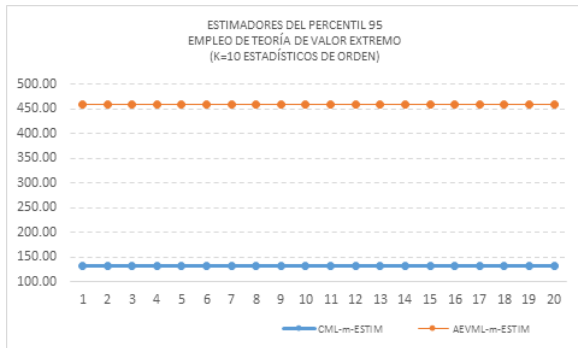
Se generaron gráficas que indican que la variación de los estimadores producidos mediante teoría asintótica de valores extremos tiende a tener una regularidad; esto permitirá hacer las correcciones del sesgo con base en la estabilidad del proceso de generación de los estimadores.



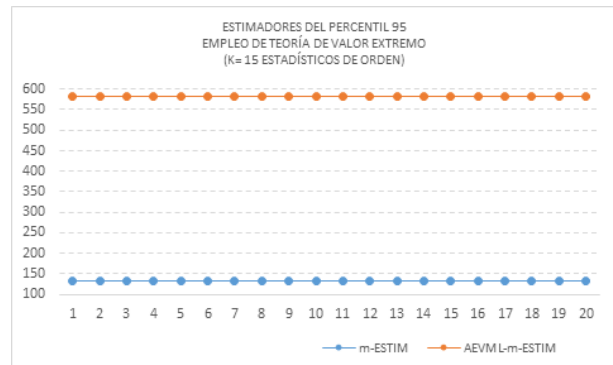
Gráfica 5. Comparación de estimadores del percentil 95. CML vs AEVM. K=20 estadísticos de orden



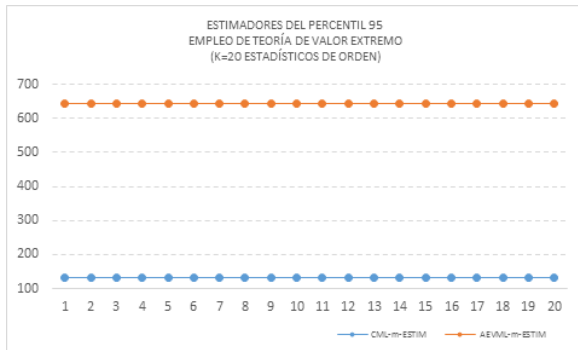
Gráfica 6. Comparación de estimadores del percentil 95. CML vs AEVM. K=25 estadísticos de orden



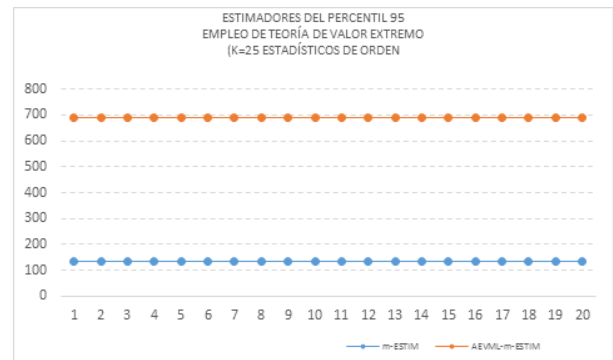
Gráfica 7. Sesgo del percentil 95 simulado CML vs AEVM. K=10 estadísticos de orden



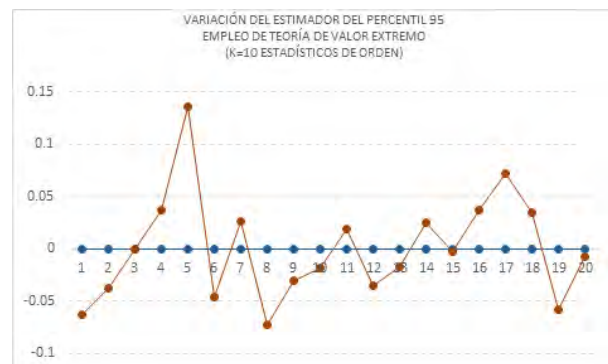
Gráfica 8. Sesgo del percentil 95 simulado CML vs AEVM. K=15 estadísticos de orden



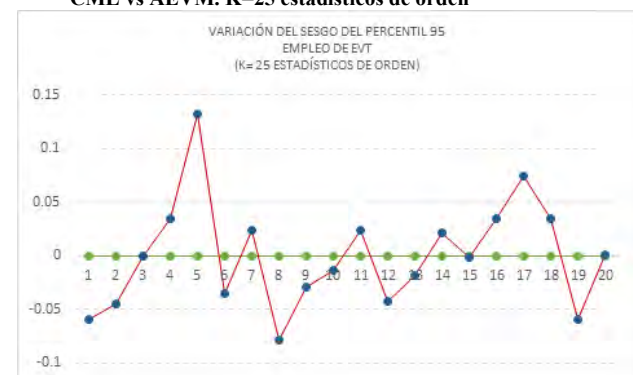
Gráfica 9. Sesgo del percentil 95 simulado CML vs AEVM. K=20 estadísticos de orden



Gráfica 10. Sesgo del percentil 95 simulado CML vs AEVM. K=25 estadísticos de orden



Gráfica 11. Variación del Percentil 95 generado con AEVT. k=10



Gráfica 12. Variación del Percentil 95 generado con AEVT. k=25

Conclusiones

En general, se observa que el empleo de los estadísticos de orden mayor generados a partir de funciones de distribución de cola pesada puede ayudar a proponer límites de aceptación o condiciones de frontera, que permitan regular o controlar el voltaje de alimentación en equipos especializados que dependen de fuentes de energía estables. Se observa que cuando se censura una muestra con base en k estadísticos de orden, desplegados a partir procesos de muestreo intensivos basados en simulación, existe la posibilidad de generar intervalos de aceptación que tienden a tener mayor precisión.

En este caso, se empleó la distribución *Lognormal* como distribución de referencia y se muestran resultados que pueden ser útiles cuando se requiere definir condiciones de frontera en el extremo superior de la distribución. Se analizó la eficiencia del generador del proceso de estimación de los percentiles (95, 97.5 y 99); pero en este trabajo se muestran gráficas relacionadas con el comportamiento cuando se trata del percentil 95.

Aunque se activa un proceso de corrección para reducir el sesgo del estimador, el procedimiento basado en teoría asintótica de valores extremos puede ser una buena alternativa para mejorar los protocolos de aceptación en procesos de control estadístico, los cuales son requeridos para el control de características críticas que requieren mucha precisión.

Referencias bibliográficas.

- Arnold, B.C., Balakrishnan, N., Nagaraja, H.N. (1992). *A First Course in Order Statistics*. New York: Wiley.
- Boos, D. (1984). Using Extreme Value Theory to Estimate Large Percentiles. *Technometrics*, 2, 33-39.
- Castillo, E. (1988). *Extreme Value Theory in Engineering*. London: Academic Press.
- David, H.A. (1981). *Order Statistics*. New York: Wiley 2nd. Ed.
- Efron, B. (1982). *The Bootstrap, Jackknife and Other Resampling Plans*. Philadelphia: Society of Industrial and Applied Mathematics.
- Galambos, J. (1987). *The Asymptotic Theory of Extreme Order Statistics*, 2nd Ed. Malabar, Florida: Krieger.
- Hernandez-Molinar, Raúl. (1999). *On The Asymptotic Maximum Likelihood Estimation Based On Extremes*. Thesis for Ph. D., Tulane University.
- Johnson, L., Kotz, J., and Balakrishnan, N. (1994). *Continuous Univariate Distributions*. New York: John Wiley & Sons, Inc., Vol. I.
- Lawless, J.F. (1982). *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Meeker, W. Q. and Escobar, L. A. (1998). *Statistical Methods for Reliability Data*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Montgomery, D. C. (1996). *Introduction to Statistical Quality Control*. Wiley Ed. New York.
- Villaseñor, J. A. (1976). *On Univariate and Bivariate Extreme Value Theory*. Thesis for Ph.D., Iowa State University.
- Villaseñor, J. A. (1981). Norming Constants for Maxima Attracted to $\exp(-\exp(-x))$. 43rd Session, ISI. Buenos Aires, Argentina.

Aplicación de Lean Manufacturing en la Industria de Plástico

Ing. Arturo Hernández Nube¹, Dra. María Blanca Becerra Rodríguez², M. C. Arturo Hernández Hernández³, M. C. Ángel Adad Franco Baltazar⁴ y Dr. Roberto Zitzumbo Guzmán⁵

Resumen—El presente trabajo pretende abarcar la información mínima indispensable que requiere la organización de la industria de plástico donde se aplicó la implementación de un sistema de trabajo bajo la metodología Lean Manufacturing, con un enfoque hacia una línea de producción de ensamble. Dónde se integran técnicas, conceptos y herramientas de producción que posiblemente son muy conocidas, las cuales se complementan e integran en una gran forma de gestión empresarial, buscando ante todo el eliminar desperdicios o redundancias propias de su naturaleza.

Palabras clave—Lean Manufacturing, industria, plástico, 5's, Balanceo de Línea.

Introducción

Tras la crisis económica de los setenta, las empresas avanzadas han buscado maneras de sobrevivir a los constantes cambios del mercado. Los orígenes del Lean Manufacturing se remontan a 1950, pero sólo hasta 1990 es cuando aparecen las primeras publicaciones sobre sus técnicas y conceptos. En Toyota se implantó la primera metodología basada en los valores "Lean", concebida por los grandes expertos en el Sistema de Producción de Toyota (TPS, por su sigla original). A partir de aquí esta filosofía empezó a difundirse por el resto del mundo

Por consiguiente, resulta necesario que el objetivo fundamental de cualquier empresa sea satisfacer a sus clientes y esto requiere un cambio de mentalidad, organización y forma de operar con las cuales se piense en estandarización, trabajo en equipo, cero defectos y cero desperdicios. Esta filosofía tiene un protagonismo cada vez mayor y más importante en la gestión empresarial en todo el mundo, ya que sus principios y herramientas son aplicables a todo tipo de procesos con una adaptación a cada circunstancia. Por tanto, la búsqueda de rentabilidad por parte de las empresas está impulsando aún más la implantación de esta metodología.

El objetivo de la transformación del proceso a los principios Lean es conseguir eliminar de los procesos las actividades que no aporten valor añadido (desperdicios) e introducir la flexibilidad necesaria para adaptar la producción a una demanda.

El nivel de desperdicios que presenta una empresa de plásticos dentro de su proceso productivo le genera grandes pérdidas que la vuelven ineficiente, por lo cual surge la necesidad de implementar la metodología Lean Manufacturing.

Descripción del Método

Principalmente para llevar a cabo este proyecto de investigación fue de campo, donde se aplicó la herramienta de lean manufacturing.

Lean Manufacturing es esencialmente una filosofía que se enfoca en el valor agregado para el cliente, la identificación y eliminación sistemática del desperdicio y la mejora continua en ambientes de fabricación u operación para aumentar la productividad según (Bravo, 2008)

¹ Arturo Hernández Nube es estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de San Juan del Río, Querétaro, México. arturo.hdz89@gmail.com

² Dra. María Blanca Becerra Rodríguez es Investigadora del área de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de San Juan del Río, Querétaro, México. mblca@hotmail.com (autor corresponsal)

³ M. C. Arturo Hernández Hernández es Profesor-Investigador del área de Mecatrónica en la Universidad Politécnica de Querétaro, México. arturo.hernandez@upq.mx

⁴ M. C. Ángel Adad Franco Baltazar es Profesor-Investigador del área de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de San Juan del Río, Querétaro, México. asub_academica@itsanjuan.edu.mx

⁵ Dr. Roberto Zitzumbo Guzmán es Investigador del área de Materiales en el CIATEC de León, Guanajuato, México rzitzumb@ciatec.mx

Aplicación de 5'S: Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por sencillez y efectividad (Hernández, 2015), su aplicación mejorar los niveles de:

1. Calidad
2. Eliminación de tiempos muertos
3. Reducción de costos

La aplicación de esta técnica requiere el compromiso personal y duradero para que la empresa sea un auténtico modelo de organización, limpieza y seguridad e higiene (López, 2012).

Las 5'S se denominan así por considerar 5 aspectos cuyo significado en japonés inicia con S (Hurano, 1996):

- Seiri.- Organización
- Seiton.- Orden
- Seiso.- Limpieza
- Seiketsu.- Estandarización
- Shitsuke.- Disciplina y entrenamiento

La metodología de las 5'S inicia con la organización, es decir, retirando todo lo que no se usa en las áreas de trabajo, identificando con una tarjeta roja lo que está dudoso y colocándolo en un área específica para revisión posterior; el orden implica tener un lugar bien especificado para cada cosa, para lo cual pueden usarse siluetas, cuadros, colores, etc. La limpieza significa tener pulcras las áreas de trabajo, por lo que se deben proporcionar los accesorios adecuados para ello. La estandarización implica desarrollar procedimientos para asegurar el mantenimiento del orden y la limpieza, mientras que la disciplina se refiere a crear su hábito, más que por procedimiento por costumbre. (Osada, 1991).

Se puede definir como un estado ideal en el que:

- Los materiales y útiles innecesarios se han eliminado,
- Todo se encuentra ordenado e identificado,
- Se han eliminado las fuentes de suciedad,
- Existe un control visual mediante el cual saltan a la vista las desviaciones o fallos.
- Todo lo anterior se mantiene y se mejora continuamente.

En el aspecto del desperdicio y fuentes de desperdicio, se dice que es cualquier actividad humana que absorbe recursos pero no cree valor cita (Womack, 1996). Fuentes de desperdicio según las siete categorías descritas por (Ohno, 1988). En la Tabla 1 se observan las fuentes de desperdicio.

Tabla 1. Fuentes de desperdicio.

Sobreproducción	Producir cualquier cosa que no sea para usar o vender inmediatamente Es el peor tipo de desperdicio, debido a que ayuda a generar los demás desperdicios.
Esperas	Tiempo ocioso generado al esperar personal, materiales, mediciones, información entre operaciones o durante una operación.
Transporte	Trasladar materiales por distancias mayores a lo estrictamente necesario (normalmente por error de layout) o por crecimiento no planificado de la empresa.
Exceso de Inventario	Stock excesivo de materia prima, material en proceso o producto acabado.
Defectos	Producir material defectuoso, lo que a su vez genera: Inspección Retrabajo Rechazos Pérdida de productividad

Exceso de movimientos	Cualquier movimiento más allá de lo necesario para realizar una operación que agregue valor.
Sobre procesamiento	Realizar más operaciones que las necesarias para el producto (normalmente por error del proyecto del equipo o proceso).

Once grandes pérdidas en plantas de proceso

Las plantas de producción presentan once grandes pérdidas en sus procesos productivos (Lefcovich, 2004), los cuales son:

Pérdidas por paradas: Es el tiempo perdido al detener la producción para un mantenimiento anual planeado o un servicio periódico. En estas paradas los especialistas de mantenimiento realizan las inspecciones periódicas requeridas por ley o por política interna y tratan de revertir el deterioro mientras la planta está parada. Estos trabajos son esenciales para mantener el rendimiento de la planta y asegurar su integridad y seguridad.

Pérdidas por ajuste de producción: Es el tiempo perdido cuando los cambios en requerimientos de oferta y demanda, obligan a ajustes en los planes de producción.

Pérdidas por fallas de equipo: Es el tiempo perdido cuando la planta se detiene porque el equipo pierde repentinamente sus funciones específicas. Se distinguen dos tipos de pérdidas relativas a equipos. Una es la pérdida total de función, la cual corresponde a un paro por rotura, y la otra es la reducción de función, la cual corresponde a la pérdida de rendimiento por defectos físicos mientras opera la planta.

Pérdidas por fallas de proceso. Es el tiempo perdido cuando la planta se detiene por factores externos al equipo, como errores operativos o cambios en las propiedades físicas o químicas de las sustancias procesadas. Estas fallas de proceso sólo pueden reducirse si se eliminan sus fuentes.

Pérdidas normales de producción. Estas ocurren durante el arranque de planta, paro de planta o cambio de producto.

Pérdidas anormales de producción o de rendimiento. Tienen lugar cuando la planta opera por debajo de su capacidad, como resultado del mal funcionamiento o por condiciones anormales que reducen su rendimiento.

Pérdidas por defectos de calidad. Estas incluyen el tiempo perdido en producir productos rechazados, pérdidas físicas en material y pérdidas financieras por reducción de precio del producto.

Pérdida por reproceso. Son pérdidas por reciclaje, que ocurren cuando el material rechazado, debe ser devuelto a un proceso previo para corregirlo. No sólo deben observarse las condiciones del producto final, sino analizar las pérdidas en los procesos intermedios, lo cual origina una reducción en la tasa de producción y pérdida de energía por reciclaje.

Pérdida de materiales.- Maquinarias con fugas de materiales

Pérdidas de energía.- Maquinaria con fugas de fuentes de energía

Pérdidas relacionadas con el aprovechamiento de la mano de obra: Se incluyen en este punto:

Pérdidas de mano de obra en tareas correctivas. Estas incluyen la mano de obra utilizada en plantas donde el deterioro de las instalaciones y su pobre condición de operación, producen anomalías y roturas que requieren trabajo extra, como inspección y análisis de la falla y el reacondicionamiento del equipo.

Pérdidas vinculadas a tareas de limpieza. Provocada por las fuentes de contaminación o de suciedad.

Pérdidas por falta de automatización. Se mide la pérdida como la diferencia entre la cantidad de tiempo necesario para generar una producción utilizando mano de obra y la que corresponde al mismo nivel de producción haciendo uso de sistemas automáticos.

Pérdidas relacionadas con la Gestión o Gerenciamiento. Estas pérdidas tienen lugar cuando los sistemas de gestión son incorrectos o su aplicación es incorrecta, generando fallas en la planificación con cambios frecuentes de producto y pérdidas en el proceso de distribución, por transporte y manipuleo.

Pérdidas de distribución. La mano de obra necesaria para el movimiento y almacenaje de materias primas y productos, depende del layout de la planta y de la complejidad del proceso. El exceso de stock también aumenta las pérdidas de distribución.

Pérdidas generadas en tareas de inspección y análisis. Generado por actividades que de mejorarse los sistemas preventivos y de planificación se verían como innecesarios o se limitarían a labores de control por muestreo.

Valor Agregado: Primero se debe definir que es un proceso: “Proceso es una serie de actividades de valor agregado que se vinculan entre sí para transformar un insumo en un producto (mercadería o servicio)” (Chang, 1995).

Para el cliente, las actividades que agregan valor al producto son aquellas por las que está dispuesto a pagar; se identifican porque generalmente son las operaciones que lo transforman en su forma física o integran el servicio, por ejemplo, las operaciones necesarias para modificar materias primas y materiales en un juguete (Wish, 2001).

Toma de tiempo y movimientos: Técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida (López, 2012).

Balaneo de línea de producción: El balance o balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción (López, 2012).

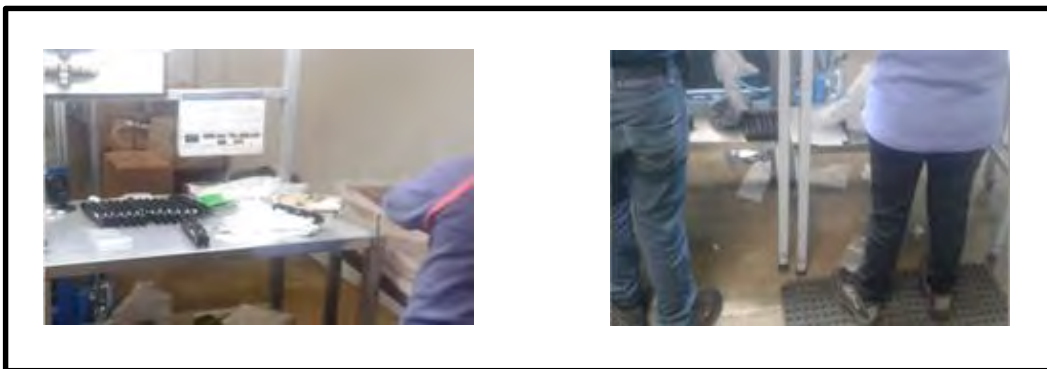
Resultados

Como resultado de este proyecto hasta el momento se cuenta con los siguientes datos. En la implementación de 5'S que se llevó a cabo se logró un 80% en la cual se observó:

- Un lugar más confortable donde se desea trabajar por parte de los operadores
- Mejor imagen con los clientes la empresa
- Mayor cooperación y trabajo en equipo del área donde se implementó Lean Manufacturing
- Compromiso y responsabilidades en sus tareas
- Estandarización en sus áreas y solo utilizando información del proceso

En la Figura 1 se observa algunas imágenes la falta de aplicación de 5's.

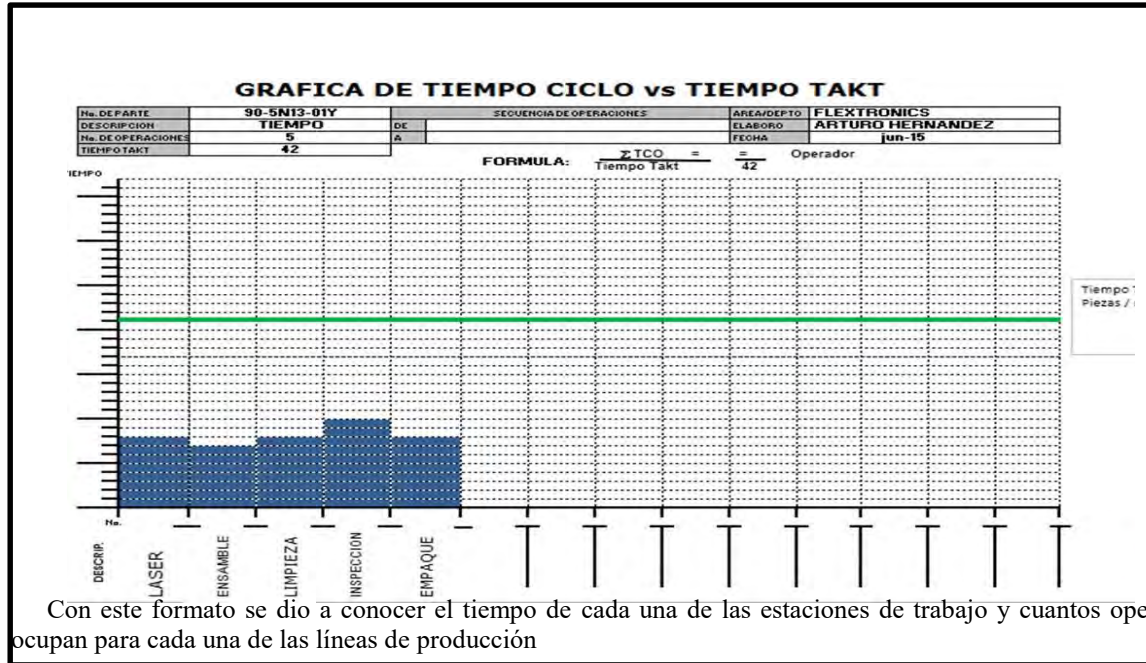
Figura 1. Falta de aplicación de 5'S



Mejora la cultura del personal, al tener un lugar agradable y de confort para realizar su trabajo y mejorar continuamente el proceso de fabricación al implementarse las 5's.

Toma de tiempo y movimientos el cual se realizó el estudio trabajando con un numero 5 operadores el cual el proceso se tenía un tiempo de 45 segundos y de disminuyo a 3 operadores para hacer el balanceo de línea de producción como se muestra en la siguiente Figura 2.

Figura 2. Formato para toma de tiempos y movimientos.



Balaneo de línea de producción ya contemplando el estudio de tiempos y movimientos identificando los cuellos de botella y con cuanto personal se tendría que trabajar dentro del proceso de producción se logró esta establecer un flujo de una sola pieza eliminado lo que s sobreproducción, tiempo de espera, movimientos innecesarios como se muestran en las Figura 3 y 4 respectivamente se observa el balanceo de línea de producción un antes y un después

Figura 3. Balaneo de línea de producción



Figura 4. Balaneo de línea de producción



Se logró con la implementación de un balanceo de línea un flujo más rápido.

Comentarios Finales

Conclusiones

La aplicación de Lean Manufacturing dentro de una organizacional es fundamental al éxito de una empresa, ya que se recomienda hablar y concientizar a los empleados de la importancia y utilidad que traerá la implementación de nuevos métodos, para que sepan porque se están haciendo las cosas y se comprometan a colaborar. El Lean Manufacturing es importante en cualquier empresa ya que pretende eliminar del proceso todos los pasos que no agregan valor, de modo que quede una cadena productiva mucho más eficiente.

Con la aplicación de 5'S se logró 80% dándole una mejor aplicación a la línea de operación y capacitar constantemente al operador para que vea la importancia de tener un lugar estandarizado y ordenado. También es importante que se lleve a cabo un estudio de movimientos en toda la línea de producción para poder incorporar métodos de estandarización de operaciones. Esto con la finalidad de reducir la variabilidad en los tiempos de ciclo. Una vez logrado esto se capacitó a sus operadores para ser capaces de hacer diferentes operaciones de ensamble y así tener un flujo más fluido en el proceso.

Referencias

- ¹Bravo D. F., 2008. "Diseño de un plan de mejora en una industria de plástico aplicando técnicas de Manufactura Esbelta", Guayaquil, Ecuador.
- ²Hernández A. (2015). Hecho por propia fuente para este proyecto. México. San Juan del río, Querétaro.
- ³López B. S. (2012) Ingeniería Industrial Online.com. <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/balanceo-de-l%C3%ADnea/>
- ⁴Hurano, H. 1996. "5 Pillars of the Visual Workplace: The Source Book for 5S Implementation", Productivity Press, Portland Oregon, EUA.
- ⁵Osada, Takashi. 1991. "The 5S's: Five Keys to a Quality Environment, Asian Productivity Organization", Tokio.
- ⁶Womack J., Jones P. 1996. "Beyond Toyota: How to root waste and pursue perfection", Harvard Business Review, Boston.
- ⁷Ohno, T. 1998. Toyota Production System: Beyond Large Scale Production, Productivity Press, Portland, Oregon, EUA.
- ⁸Lefcovich M. 2004. Kaizen para la eliminación de desperdicios y reducción de costos. <http://www.gestiopolis.com/kaizen-para-la-eliminacion-de-despedicios-y-reduccion-de-costos>
- ⁹Chang.1995. http://www.academia.edu/CLAVES_PARA_LA_MEJORA_DE_LOS_PROCESOS_EN_LAS_ORGANIZACIONES
- ¹⁰Wish M., Wish J. 2001. "Accelerating Business: Finding Time, Using Time", Loose Thread Publishing, Hudson, Massachusets, EUA.
- ¹¹López B. S. (2012) Ingeniería Industrial Online.com. <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>

DEPURACIÓN DE AGUA RESIDUAL MEDIANTE DESTILACIÓN SOLAR

Rodolfo Hernández Onofre MC y MGA¹, Adrián González Lujan Ing.², María de Jesús Ginez Ponce Ing.³ y María Pilar Liova Cortes Ramírez Ing.⁴.

Resumen—En el presente artículo se presentan los resultados de un proyecto el cual consistió en depurar agua residual tratada mediante el proceso de destilación solar. El efluente a mejorar proviene de un sistema de tratamiento de agua residual sanitarias (biodigestor anaerobio y humedal artificial). El parámetro de interés a mejorar son los coliformes fecales. Los resultados muestran la alta eficiencia del sistema de tratamiento y pulimento. Las aguas residuales provienen de uno de los edificios de la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, en la Unidad Académica Victoria. El efluente cumple la normativa respectiva de SEMARNAT y puede reusarse de manera segura. El principal objetivo es involucrar a los alumnos en proyectos colaborativos y de investigación con un objetivo a corto plazo dando atención y solución a un problema real que afecta al medio ambiente, proporcionando soluciones y que pueden implementarse a bajo costo en comunidades pequeñas.

Palabras clave—Destilación solar, Tratamiento de Agua Residual, Biodigestor, Humedal Artificial, Reúso.

Introducción

La destilación solar se presenta como una alternativa sustentable en el tratamiento de agua residual. En la bibliografía se encuentran aplicaciones de la destilación solar para la potabilización del agua.

Se pretende concientizar y concretar acciones reales en el cuidado del medio ambiente, en éste caso referente a las aguas residuales, para dar una solución alcanzable dentro del entorno inmediato de los alumnos y de éste modo también aplicar los conocimientos académicos, técnicos y de liderazgo que están desarrollando en su proceso de formación como profesionistas.

Descripción del Sistema de Tratamiento

Depuración por destilación solar.

El destilador solar es un dispositivo que aprovecha la radiación solar para el calentamiento de muestras de agua provenientes de fuentes que han sufrido algún tipo de contaminación que en nuestro caso es el agua tratada que sale del humedal.

El proceso por cual el destilador hace su función es muy sencillo, el cual es alimentar el dispositivo por medio de un embudo que está unido con una manguera la cual está conectada al destilador, después es solo esperar al proceso de evaporación que nos permite que el agua pueda ser desinfectada a través de la eliminación de alguno contaminante presentes (ver fig. 1).



Figura 1. Dibujo y fotografía del prototipo del destilador solar. Creación propia.

Biodigestor Anaerobio.

El tratamiento primario es por medio de un Biodigestor Anaerobio comercial de la marca Rotoplas, el cual realiza directamente, en un sistema de 3 secciones, la separación de sólidos por sedimentación, generación y crecimiento del

¹ Rodolfo Hernández Onofre MC en Sistemas de Calidad y Productividad y MGA, es Profesor Investigador en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, Dolores Hidalgo, C.I.N., Gto., México rodolfohernandez@utng.edu.mx (**autor corresponsal**)

² Adrián González Lujan. Ing. Industrial, es Profesor Investigador en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, Dolores Hidalgo, C.I.N., Gto., México, adrian.gonzalez@utng.edu.mx (**co-autor**).

³ María de Jesús Ginez Ponce Ing. Industrial, es Profesora de asignatura en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, Dolores Hidalgo, C.I.N., Gto., México, maria.ginez@utng.edu.mx (**co-autora**).

⁴ María Pilar Liova Cortes Ramírez, es Profesora de asignatura en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, Dolores Hidalgo, C.I.N., Gto., México pilarcortes@utng.edu.mx (**co-autora**).

cultivo de bacterias anaerobias en la cámara de biofiltro de flujo ascendente con aros de pets, contando con un sistema de separación de lodos generados, natas y espumas generadas (ver fig. 2.). Finalmente el agua tratada sale de una calidad bastante aceptable y es la que se va a purificar en el siguiente proceso de Humedal Artificial.



Figura 2. Diagrama de operación del Biodigestor Anaerobio. (Rotoplas).

Humedal Artificial con plantas hidrófitas.

Un humedal artificial es un área de poca profundidad, saturada continuamente con agua y presencia de vegetación la cuál toma nutrientes de dicha agua y favorece la formación de una película bacteriana, facilita la filtración y adsorción de compuestos presentes en el agua (Ver Figura 3). Hay dos tipos principalmente de flujo superficial y subterráneo (subsuperficial) dependiendo de si está presente agua o un medio filtrante donde crece la vegetación.

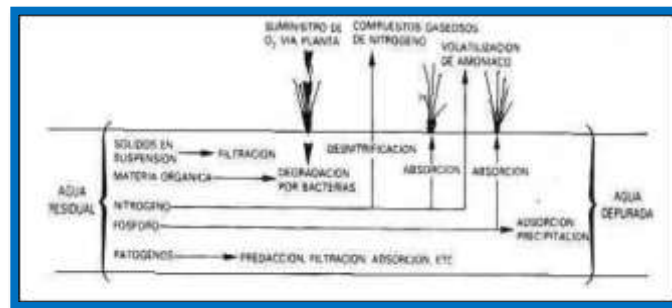


Figura 3. Procesos de Fitodepuración de Humedales Artificiales (Lara, 1999).

Para el presente proyecto se toma el diseño de un Humedal Artificial de Flujo Subterráneo (Ver Figura 4), para evitar que el agua residual esté en contacto directo con el aire, para evitar malos olores así como presencia de mosquitos, máxime que se instalará dentro de las instalaciones de la institución.

El tiempo de retención hidráulica determina el nivel de tratamiento, de tal manera que para remover DBO se requieren de 3 a 4 días, de 10 a 15 para remover nitrógeno, fósforo y coliformes fecales. Se pueden utilizar diversas plantas macrófitas. La velocidad de remoción de contaminante por las plantas varía extensamente, dependiendo de la velocidad de crecimiento de la planta y la concentración de contaminante en tejido de planta (Rivas, 2005).

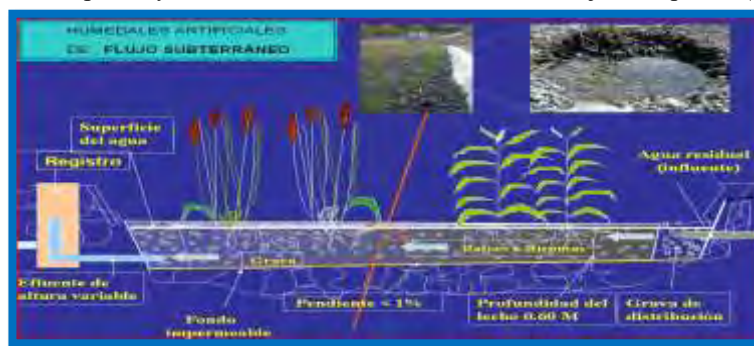


Figura 4. Diagrama de Humedal Artificial de Flujo Subterráneo (Rivas, 2009).

En la Figura 5 presentamos el diagrama final del sistema de Fitodepuración completo y en la Figura 6 un collage del proceso de construcción y del sistema de tratamiento biodigestor y humedal artificial.

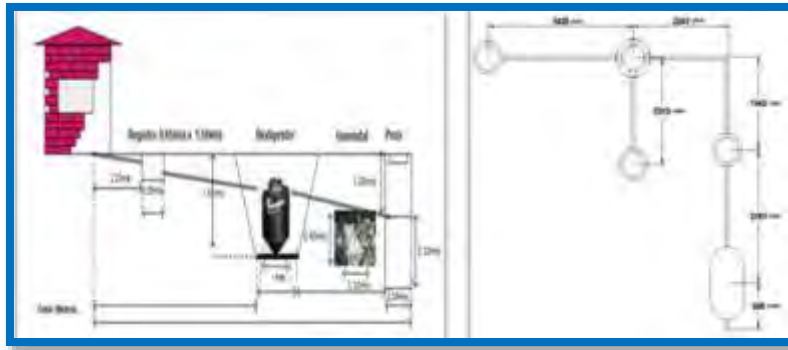


Figura 5. Diagrama del Sistema de Fitodepuración completo.



Figura 6. Fotos de construcción e instalación del Sistema de biodigestor y humedal artificial.

Desinfección por cloración.

Después del sistema de humedal se instala un almacén del efluente con el fin de realizar la cloración usando hipoclorito de sodio líquido a una concentración de 5 ppm, dando un tiempo de cloración de 20-30 minutos, para que pueda desinfectarse y entonces sí poder ser utilizada como agua de riego en áreas verdes de la misma institución.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

En la figura 7 podemos observar como la calidad del agua va mejorando desde el influente al sistema de biodigestor y humedal artificial, hasta el agua destilada.



Figura 7. Fotos del agua de entrada (Influente), agua de salida (Efluente, durante toma de muestra) y agua destilada.

El agua tratada por el biodigestor y el humedal artificial fue analizada por la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato, donde se muestra la calidad del agua tratada cumple conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-003-SEMARNAT-1996 (ver fig. 8).

PARAMETRO	RESULTADO	MÉTODO EMPLEADO	NOM-003 SEMARNAT 1996	NOM-003 SEMARNAT 1997
Temperatura (°C)	24	Termómetro de Mercurio		
pH (Difusión de color)	7.36	Electrodo		
Turbidez (Nephelometría)	30.7	NM-003-001-001-2005		
Turbidez (Nephelometría)	3.57	20 (Nephelómetro)		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	8.87	5400-AA-003-001-2005	1000	80
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	25.33	5400-AA-003-001-2005		
Coliformos Totales (mg/L)	1.46	5400-AA-003-001-2005		
Coliformos Fecales (mg/L)	4.45	5400-AA-003-001-2005		
Coliformos Fecales (mg/L)	4.0	5400-AA-003-001-2005	20	
Coliformos Fecales (mg/L)	870	5400-AA-003-001-2005		
Coliformos Suspensivos (mg/L)	0	5400-AA-003-001-2005	1000	80
Coliformos Aerobios (mg/L)	3.66	5400-AA-003-001-2005		
Coliformos Anaerobios (mg/L)	0.11	5400-AA-003-001-2005	0	
Coliformos Totales (mg/L)	3.84	5400-AA-003-001-2005		
Coliformos Totales (mg/L)	30.73	5400-AA-003-001-2005		
Coliformos Totales (mg/L)	488.40	5400-AA-003-001-2005		
Coliformos Totales (mg/L)	2.4	5400-AA-003-001-2005	20	20
Coliformos Totales (mg/L)	1.87	5400-AA-003-001-2005		

Fig. 8. Análisis de efluente de sistema biodigestor y humedal artificial. (CEAG).

En un nuevo análisis se determinó la cantidad de coliformos fecales del efluente del sistema biodigestor y humedal artificial (ver fig. 9)

LABORATORIO INDUSTRIAL DE CONTROL PARA ALIMENTOS. S. A. DE C.V.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS, FÍSICO-QUÍMICOS E INSTRUMENTALES.
(ALIMENTOS PARA HUMANOS, HIGIENIZACIÓN, AGUAS, LABORATORIOS INDUSTRIALES, HOTILES Y RESTAURANTES).

ORDEN DE TRABAJO: 202
FECHA DE EMISIÓN DEL REPORTE: 27 DE JULIO DEL 2015

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL NORTE DE GUANAJUATO
AV. EDUCACION TECNOLÓGICA No. 34
FRACC. UNIVERSIDAD, C.P. 37800
DOLORES HIDALGO C.I.M. GTO.

AT N: ING. RODOLFO HERNANDEZ.

INFORME DE RESULTADOS

EL SIGUIENTE INFORME DE RESULTADOS CORRESPONDE A UNA MUESTRA TRAÍDA POR USTEDES AL LABORATORIO INDUSTRIAL DE CONTROL PARA ALIMENTOS, EL DÍA 27 DE JULIO DEL 2015.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: AGUA TRATADA FECHA DE RECEPCIÓN EN LOCAL: 27/JUL/15 FECHA DE REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS: 27/JUL/15 CLAVE INTERNO: 198-1737	MUESTREADO POR: CUENTE FECHA TOMA DE MUESTRA: IV/V RECIPIENTE: RECIPIENTE DE PLÁSTICO
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDADES	METODOLOGÍA
COLIFORMES FECALES	< 30	NMP/100ml	PROY-NMX-AA-042-SOFT-2005

Fig. 9. Análisis de efluente del biodigestor y humedal artificial. (Laboratorio LICA).

A continuación mostramos los límites permisibles de la NOM 003 SEMARNAT, 1997. (Tabla 1)

TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformos Fecales NMP/100 ml	Huevos de Helmintho (h/l)	Grasas y Aceites mg/l	DBO, mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	≤ 1	15	20	20
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	≤ 2	15	30	30

Tabla 1. Límites permisibles de la NOM 003 SEMARNAT-1996

En la siguiente figura (No. 10), se muestran los análisis del agua tratada sometida al proceso de destilación solar.

COLIFORMES TOTALES (**)	NO DETECTABLE	NMP/100ml	CCATAC-14-034/11
COLIFORMES FECALES (**)	NO DETECTABLE	NMP/100ml	CCATAC-14-034/11

(*) "valor estimado"
(**) LÍMITE DE DETECCIÓN: 1,1 NMP/100 ml

SIN MAS POR EL MOMENTO Y ESPERANDO QUE LOS RESULTADOS OBTENIDOS LES SEAN DE UTILIDAD NOS ES QUATO SALUDABLES.

A T E N T A M E N T E

O. M. S. MARÍA CRISTINA VALDEZ MORA
Gerente General

Fig. 10. Análisis de coliformes fecales del agua tratada después de la destilación solar. (Laboratorio LICA).

Finalmente mostramos las cantidades de agua tratada destilada en el prototipo de prueba, (ver tabla 2).

Hora	Día	Cantidad de agua tratada a destilar	Cantidad de agua destilada	Agua tratada a destilar acumulada	Agua destilada acumulada
3:00 p.m.	Lunes 13 de Julio	5L		5L	
11:20a. m.	Miércoles 15 de Julio	2L	316ml	7L	316ml
2:40 p.m.	Viernes 17 de Julio	600ml	465ml	7.600L	781ml
1:00 p.m.	Lunes 27 de Julio	4L	1.219L	11.600L	2L
1:20 p.m.	Viernes 31 de Julio		2.200L	11.600L	4.400L

Tabla 2. Mediciones de la cantidad de agua tratada destilada. (Creación propia)

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran la alta eficiencia en la remoción de coliformes fecales del agua tratada en el sistema biodigestor y humedal artificial por medio del proceso de destilación solar. Se recomienda aumentar la capacidad del destilador solar. Los resultados aseguran el cumplimiento de la norma: NOM-003-SEMARNAT-1997, por lo cual el agua tratada se puede reusar en servicios al público, que en éste caso se propone su reúso como agua para riego de áreas verdes de la misma institución educativa.

Estos sistemas son de bajo costo, fácil operación y mantenimiento, libre de malos olores, estético y no requiere energía eléctrica. Se pueden utilizar en comunidades rurales sin drenaje, lo cual coadyuva en prevenir problemas de salud, provocados por agua residual en contacto con personas, con sistemas de agua de consumo humano o de cultivos diversos.

Al realizar proyectos técnicos que realicen directamente los jóvenes con asesoría e investigación, sobre la importancia y alternativas que se tienen para su tratamiento y reúso, y con ello dar cumplimiento a las normativas ecológicas para evitar un daño a la salud y cultivos, en el corto y largo plazo. Todo ello conlleva a un aprendizaje significativo para los jóvenes y trasciende en su entorno cercano también.

Recomendaciones

Aumentar la capacidad del destilador solar. Investigar sobre la utilización de materiales más eficientes en el diseño del destilador solar. En la operación del sistema del biodigestor y humedal artificial se requiere tener un control de nivel de agua que entra al biodigestor y al humedal, pero en las condiciones actuales no hay ningún problema y se mantiene aún con picos de mayores personas que concurran a los sanitarios administrativos de forma eventual. Es importante monitorear la operación del sistema en época de lluvias para evitar que se inunde la zona del sistema de tratamiento por haber quedado un poco abajo del nivel, y se buscó dar un pequeño cauce a dicha agua pluvial.

Referencias

- Comisión Nacional Forestal. "Purificador solar de agua y esterilizador ultravioleta". Fecha de consulta: 1 de julio de 2015. <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/biblioteca-forestal>.
- Delgadillo O., Camacho A., Pérez L.F. y Andrade M. "Depuración de Aguas Residuales por medio de Humedales Artificiales", *Serie Técnica. Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua*. Cochabamba, Bolivia, 2010.
- Lara B. Jaime Andrés. "Depuración de Aguas Residuales Municipales con Humedales Artificiales", *Master en Ingeniería y Gestión Ambiental. Trabajo final. Universidad Politécnica de Cataluña*. Prof. Tutor: Dr. Miguel Salgot. Barcelona, 1999.
- Lorenzana, José; Rivera, Roberto & Erick, Roque. "Diseño y construcción de un pasteurizador solar a escala planta piloto para desinfección de agua". Tesis de Ingeniería. Universidad del Salvador. San Salvador, El Salvador. 2006.

- Metcalf & Eddy, Inc. "Ingeniería de Aguas Residuales", Mc Graw Hill. México 1995.
- Rivas, Armando. "Humedales Sistema para el tratamiento de las aguas residuales", IMTA. México, 2009.
- Rivas, Armando. "Instalación de Humedal para el tratamiento de las Aguas residuales en la localidad de Santa Fe de la Laguna, Quiroga, Mich", IMTA. México, 2005.
- Rotoplas. "Biodigestor: La solución en el tratamiento de aguas residuales". La Llave, Boletín Técnico. Año 7, No. 4. Consultado el 12 de septiembre del 2014 en: <http://www.leer-mas.com/lallave/news43/info.php>
- SEMARNAT. "NOM-001-SEMARNAT-1996 Límites máximos permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales". México, 1996 consultado en: http://www.ucol.mx/docencia/facultades/facimar/descargas/normas_semarnat/NOM_001-1996-semarnat.pdf
- SEMARNAT. "Parámetros de calidad para el uso de aguas residuales. Guías de calidad de Efluentes para la protección de la salud". México, consultado en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep84/vleh/fulltext/acrobat/leon2.pdf>
- SEMARNAT. "NOM-003-SEMARNAT-1996 Para aguas tratadas que se reúsan con contacto directo con personas (riego de parques y jardines)". México, 1997. Consultado en: <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/sedema/leyes-reglamentos/normas/federales/NOM-003-SEMARNAT-1997.pdf>
- Vargas, Lizandro. "Diseño y Construcción de un Destilador Solar". Editor: Víctor López Guzmán. Lima. Perú. 2011.

Notas Biográficas

El **M.C. Rodolfo Hernández Onofre** es Ingeniero Químico Industrial por el IPN y cuenta con dos maestrías una en Sistemas de Calidad y Productividad por el ITESM y otra de Gestión Administrativa por el ITC. Es profesor investigador de tiempo completo en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato en el área de Procesos Industriales a nivel de TSU e Ingeniería. Ha desarrollado con los alumnos diversos proyectos referentes al tratamiento de agua y su uso adecuado, en especial Cosecha de Agua de Lluvia y Humedales Artificiales. Ha participado por 5 años consecutivos en eventos de Espacio Acuoso en Guanajuato obteniendo lugares de premios en ocasiones con los proyectos desarrollados y ha obtenido Mención Honorífica en el Premio Nacional Juvenil del Agua 2010, con proyecto de Humedal Artificial con Macrófitas.

El **Ing. Adrián González Lujan**. Es Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Querétaro y actualmente está estudiado maestría. Es profesor investigador de tiempo completo en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato en el área de Procesos Industriales a nivel de TSU e Ingeniería. Impartió el Seminario "Productividad y Tecnología" en la semana estatal de capacitación y empleo los días 30 y 31 de Octubre de 2008.

La **Ing. María de Jesús Gínez Ponce**. Es Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Celaya y actualmente está estudiado maestría en Ingeniería Administrativa y Calidad. Es profesora de asignatura en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato en el área de Procesos Industriales a nivel de TSU e Ingeniería. Trabajó en el grupo PEPSICO, México.

La **Ing. María Pilar Liova Cortes Ramírez**. Es Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Celaya y actualmente está en proceso de titulación de maestría en Ingeniería Administrativa y Calidad. Es profesora de asignatura en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato en el área de Procesos Industriales a nivel de TSU e Ingeniería. A sido asesora de empresas de CIDEG (grupo de emprendedores de San José de Iturbide) en el área de desarrollo de proyectos en las áreas de procesos, 2013.

Evaluación de la Recuperación y Optimización de la Flotación de Carbón Mineral de la Región Carbonífera del Estado de Coahuila

Natalia de Jesús Hernández Orona¹, Diego Martínez Carrillo²,
Griselda Berenice Escalante Ibarra³

1

Resumen—Este trabajo se llevó a cabo con carbón mineral, se prepararon 3 muestras representativas a un tamaño de - 149 μ m, (se manejó este tamaño como referencia de la planta lavadora y de investigaciones anteriores referentes al tema), para efectuar ensayos de flotación en una celda de laboratorio tipo Denver, se mantuvieron constante el volumen, flujo de aire, espumante, tiempo y la velocidad de agitación; variando los parámetros como el colector y la cantidad de muestra. Se realizaron análisis de recuperación de peso, porcentaje de ceniza y recuperación de combustible a cada una; en base a los resultados se llegó a la optimización de los parámetros de flotación a nivel laboratorio con los cuales recuperamos el 99.80% de peso y 99.34% de combustible.

Palabras clave—Carbón, Flotación, Recuperación, Optimización.

Introducción

El carbón mineral es el resultado de la acumulación de materia vegetal en un ambiente muy especial de depósito. Aunque las primeras plantas se desarrollaron a principios del Paleozoico, no fue sino hasta el Paleozoico tardío, particularmente en los periodos Carbonífero y Pérmico, cuando hubo una gran proliferación de especies que produjeron grandes acumulaciones de turba.

A través del tiempo geológico, desde el Carbonífero al Cuaternario se han venido formando numerosos depósitos de carbón, sin embargo, dentro de este intervalo de tiempo sobresalen tres periodos muy importantes que son el Carbonífero, el Jurásico-Cretácico y el Terciario. ^[1]

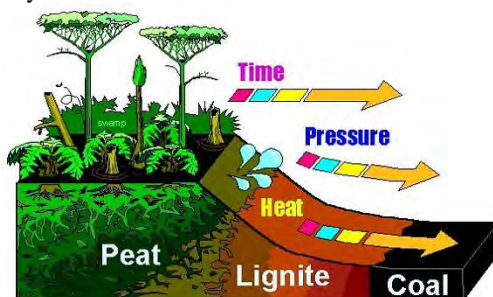


Figura 1.- “Formación del Carbón” ^[2]

La primera producción comercial de la que se tiene referencia se inició en 1884, en un socavón excavado cerca del pueblo de San Felipe, al sur de la Estación Sabinas, en el estado de Coahuila. El carbón se utilizó primero para fundir cobre en las minas de Pánuco (al suroeste de la Estación Candela en Coahuila), después para proveer de combustible a los ferrocarriles y hacia finales del Siglo XIX, para las nacientes industrias metalúrgicas y del acero. En 1860 el Ingeniero Jacobo Küchler, cuando presentó la primera descripción fisiográfica y geográfica del área de San Felipe El Hondo, población cercana a Sabinas, Coahuila. ^[1]

¹ Natalia de Jesús Hernández Orona Estudiante de la Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila. natalia_hernandez_orona@uadec.edu.mx.

² Dr. Diego Martínez Carrillo Catedrático-investigador de la Escuela Superior de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila dmartinez113@yahoo.com (autor correspondiente)

³ M.C. Griselda Berenice Escalante Ibarra. Catedrático-investigador de la Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila gesib@hotmail.com.

Tipos de Carbón

Los diferentes tipos de carbón se clasifican según su contenido de carbono fijo:

- La turba, la primera etapa en la formación de carbón, tiene un bajo contenido de carbono fijo y un alto índice de humedad.
- El lignito, variedad de carbón, de calidad intermedia entre el carbón de turba y el bituminoso. Desde el punto de vista geológico, el lignito es de origen reciente pues se encuentra en los estratos del cretácico y del terciario. Suele tener color negro pardo y estructura fibrosa o leñosa.
- El carbón bituminoso o hulla, tiene un contenido aún mayor, por lo que su poder calorífico también es superior, según McKenzie-Taylor se formaría a partir de la turba en condiciones alcalinas y anaerobias.
- La antracita, carbón duro que tiene el mayor contenido de carbono fijo y el menor contenido de material volátil de todos los tipos de carbón.^[1]

Localización y Geología de las Cuencas Carboníferas

Si bien se conoce la presencia de indicios de carbón mineral en varios estados de la República Mexicana, los principales yacimientos de este recurso natural se localizan en 3 regiones que, citadas en orden de importancia actual, corresponden a los estados de Coahuila, Oaxaca y Sonora.

En otros estados de la República (Colima, Chihuahua, Chiapas, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz) también se encuentran evidencias de carbón (Figura 2), aunque siempre de menor importancia económica.

Actualmente, el mayor conocimiento tanto geológico como económico se tiene en las Subcuencas del Distrito Monclova-Sabinas del Estado de Coahuila, las Subcuencas en el Distrito Tezoatlán-Mixtepec, Oaxaca, y las de San Javier-San Marcial en la Cuenca de Barrancas, Sonora. ^[3]

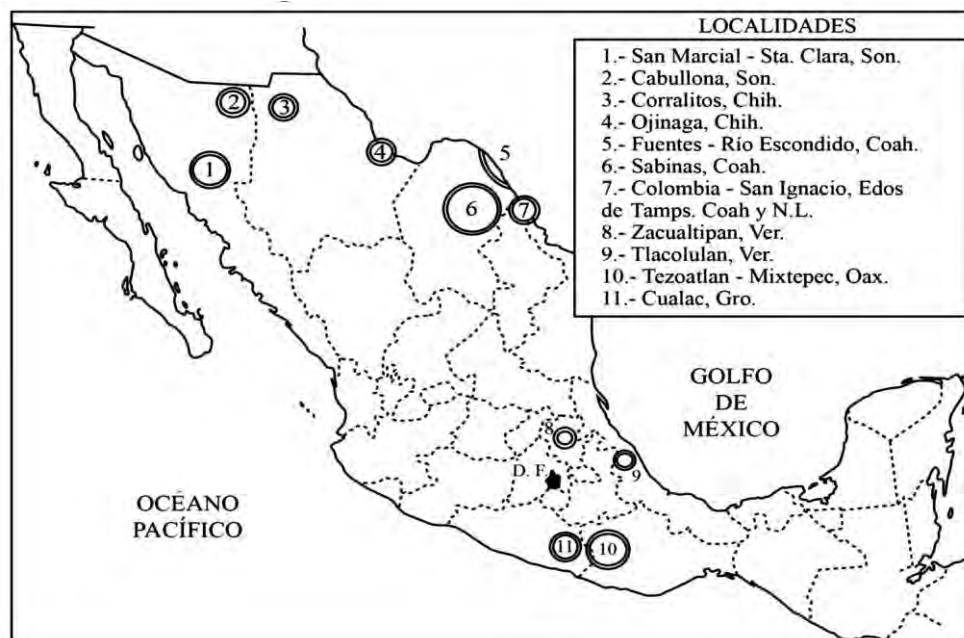


Figura 2.- “Localización esquemática de las cuencas carboníferas de México”. ^[3]

El carbón en Coahuila

En el Estado de Coahuila se originaron dos tipos de cuencas carboníferas. Una que se identifica como región Carbonífera o Región Sabinas, se localiza entre Múzquiz, Nueva Rosita, Lampazos y Monclova, cuyo carbón es del tipo coquizable, lo que lo hace aplicable en la industria Siderúrgica, la otra, situada en la zona de Piedras Negras y Nava, con carbón térmico adecuado para la generación de energía eléctrica. ^[4]

Cuadro 1.- Distribución de las reservas de Carbón. ^[5]

CUENCA CARBONIFERA	ESTADO	RESERVA MILLONES DE TON.
Sabinas	Coahuila	2556
Rio Escondido	Coahuila	1216
Colombia- San Ignacio	Nuevo León y Tamaulipas	252
De la Mixteca	Oaxaca	161
Barranca	Sonora	142
Cabullona	Sonora	80
Ojinaga	Chihuahua	90
Otras	Varios	5500
Total		9997

Flotación

La flotación es un método de separación en la cual partículas sólidas son separadas por burbujas de aire, en un medio acuoso. ^{14]}

La flotación es reconocida como un método adecuado para eliminar la ceniza del carbón, pero no es del todo eficaz para la desulfurización de éste. El azufre en el carbón puede presentarse de dos formas: orgánica e inorgánica (sulfato y pirítico), y por lo tanto puede flotar con el carbón. ^{16]}

La flotación es ampliamente usada en el procesamiento de minerales, algunas de las variables de estudio más comunes son: granulometría, tipo de colector y tipo de espumante así como sus concentraciones, fracción másica, aire retenido, pH, tiempo de residencia, calidad de agua, entre otras. ^{17]}

Resultados y discusiones

El análisis de tamaños se efectúa dividiendo las partículas en un número de intervalos de tamaño adecuadamente estrecho. Los datos se presentan comúnmente en forma tabular. ^{18]}

Abertura mn μ m	Abertura promedio	% Retenido	% acumulado que pasa
------------------------	----------------------	---------------	-------------------------

También pueden usarse ecuaciones matemáticas para describir las distribuciones de tamaños. Aunque se han hecho intentos para relacionar estas con la mecánica real de la fractura.

A continuación se presentan los resultados obtenidos correspondientes a los estudios relacionados al carbón mineral de la región carbonífera del Estado de Coahuila.

Muestra 1

TIEMPO	w, gr	Rp, %	Rc, %	RpACUM, %	RCACUM, %	Cza, %
0	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
0.5	153.93	63.49	68.97	63.49	68.97	11.80
1.5	59.98	24.74	23.91	88.22	92.88	21.51
3	15.96	6.58	5.47	94.80	98.35	32.54
5	3.53	1.46	0.70	96.26	99.05	60.92
HUNDIDO	9.07	3.74	0.95	100.00	100.00	79.37

Muestra 2

TIEMPO	w, gr	Rp, %	Rc, %	RpACUM, %	RCACUM, %	Cza bh
0	0.00	0.00	0	0.00		0

0.5	86.78	70.48	78.05	70.48	78.05	10.68
1.5	26.67	21.66	19.10	92.14	97.15	28.87
3	2.99	2.43	1.27	94.57	98.42	57.79
5	2.38	1.93	0.69	96.50	99.11	71.35
HUNDIDO	4.31	3.50	0.89	100.00	100.00	79.43

Muestra 3

TIEMPO	w, gr	Rp, %	Rc, %	RpACUM, %	RCACUM, %	Cza bh
0	0.00	0.00		0.00	0	0
0.5	187.04	77.02	79.05	77.02	79.05	15.64
1.5	48.48	19.96	19.40	96.99	98.45	20.10
3	4.12	1.70	1.09	98.68	99.54	47.28
5	1.59	0.65	0.26	99.34	99.80	67.67
HUNDIDO	1.61	0.66	0.20	100.00	100.00	74.90

Inicialmente se realizó la primer flotación de carbón mineral de este territorio, la muestra se homogenizo y se prepararon 3 muestras representativas a un tamaño de $\#100$ ($-149\mu\text{m}$), se manejó este tamaño como referencia de la planta lavadora y de investigaciones anteriores referentes al tema, para efectuar ensayos de flotación en una celda de laboratorio tipo Denver, para esto se mantuvieron constante el volumen (2.5 Lts.), flujo de aire (2896 ml/min aire), espumante (150 gr/ton), tiempo (5 min.) y la velocidad de agitación (1200 rpm); variando los parámetros como el colector (en la prueba 3 se agregó la mitad) y la cantidad de muestra (en la prueba 2 se pesó 125grs).

En la figura 3 se muestran el comportamiento de la recuperación en peso de las 3 muestras realizadas, en función del tiempo.

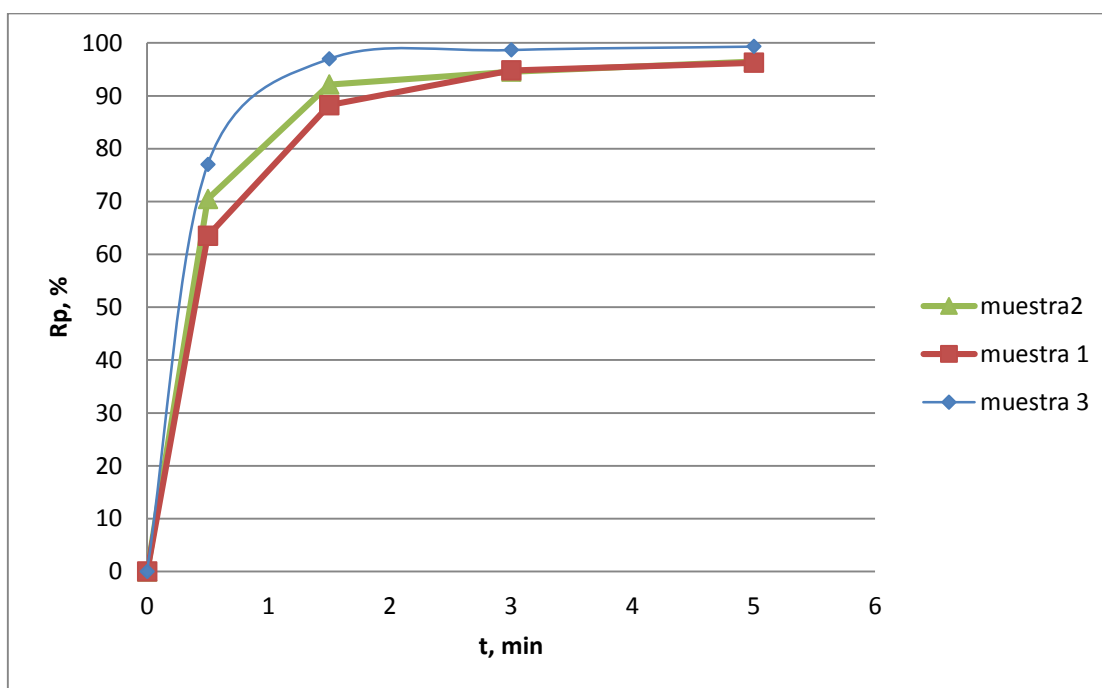


Figura 3.- Comportamiento de la Recuperación en peso vs el Tiempo.

Conclusiones

Se realizaron análisis de recuperación de peso, porcentaje de ceniza y recuperación de combustible a cada una; en base a los resultados obtenidos de dichas pruebas se llegó a la optimización de los parámetros de flotación a nivel laboratorio con los cuales recuperamos el 99.80% de peso y 99.34% de combustible en un tiempo de 5 minutos.

Referencias bibliográficas:

1. Ariztimuño-Jauregi A., G.-R. F. R.-V. A. El carbon como materia prima Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial.
2. Estefani, G. (2013). CARBÓN MINERAL.
3. Corona-Esquivel R., M.-H. E., Tritlla J., Benavides-Muñoz M., Piedad-Sanchez N., & Ferrusquía-Villafranca I. (2006). Geología, estructura y composición de los principales yacimientos de carbón mineral en México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana Volumen Conmemorativo del Centenario, LVII(4), 141-116.
4. Martínez-Carrillo D., L.-S. F. J., Batista-Rodríguez J.A., Camacho-Ortegón L.F., & Galicia-Reyna J.F. Comportamiento del contenido de ceniza y de azufre durante el proceso de flotación de carbón en celda tipo denver en función del tiempo y diferente rango de tamaño de partícula: cinetica de flotación.
5. J., V.-L. (2002). Recuperación de carbón para uso térmico -ara la Generación de electricidad en las plantas garbo Eléctricas de la comisión federal de electricidad a Partir de pilas de desperdicio en carbonífera de san Patricio s. A. De c. V. (Maestro en Ciencias de la Administración con Especialidad en Producción y Calidad Grado), Universidad Autonoma de Nuevo Leon (44).
6. Kawatra, S.K. and T.C. Eisele, Pyrite recovery mechanisms in coal flotation. International Journal of Mineral Processing, 1997. 50(3): p. 187-201.
7. Pinto-Caro, D.A., Implementación de una columna de flotación para reducir el contenido de cenizas en carbones Magallánicos. 2011, Universidad de Magallanes Chile.
8. Kelly, E.G. and D.J. Spottiswood, Introducción al procesamiento de minerales. LIMUSA, 1990.

Guía modelo para evaluar la sostenibilidad de los edificios en Ciudad Juárez

Dra. Judith Gabriela Hernández Pérez¹, Dr. Luis Carlos Herrera Sosa²

Resumen —El sector de la industria de la construcción juega un papel fundamental para el desarrollo de cualquier país, debido a la generación de empleos que de ella se desprenden, pero además porque es una actividad humana que tiene un impacto trascendental sobre el planeta, por ser uno de los sectores de mayor consumo de recursos, mismos que se utilizan para la conformación de las zonas urbanas y rurales de las poblaciones y ciudades. Ante esto, es necesario cambiar las maneras de producción en cuanto a la construcción se refiere, buscando disminuir el impacto sobre el planeta. El modelo que se plantea se enfoca en lograr que las edificaciones se encaminen hacia la sostenibilidad

Palabras clave—Modelo de evaluación, sostenibilidad, indicadores.

Introducción

El modelo para evaluar la sostenibilidad en los edificios corporativos de las zonas áridas y semi-áridas del norte de la República Mexicana, se construyó considerando que el edificio, la comunidad y la región constituyen un sistema complejo e interrelacional, en donde cada una de las partes modifica tanto positiva como negativamente las cuestiones ambientales, sociales y económicas del resto y del propio sistema.

La aplicación del modelo, permitirá sembrar las bases de un camino hacia la generación de edificaciones sostenibles, en donde además se pueda valorar las estrategias realizadas, para establecer las que van generando resultados óptimos, y replantear las que aún no lo son.

Definición de los criterios

La necesidad y argumentación de centrar ésta investigación en la generación de criterios e indicadores que permitan ser el medio a seguir para desarrollar y construir “edificios sostenibles en las zonas áridas y semi-áridas del norte de la República Mexicana” nace del interés de poder lograr un cambio en las prácticas habituales de la construcción, en donde se ratifique que la producción de edificios tiene consecuencias muy importantes, no solo ambientales, sino también sociales y económicas que debieran ser indiscutiblemente consideradas en los países en desarrollo.

La premisa de los nuevos criterios supone que para la generación de los edificios sostenibles, indiscutiblemente se debe privilegiar el ocasionar el menor detrimento posible al ambiente, promoviendo el fortalecimiento y mejora de las condiciones de la comunidad a la cual se atiende y la cual es participe de las edificaciones y de lo que estas acciones implican, lo que consecuentemente repercutirá a otros niveles, el local, regional y mundial. Por otro lado la realización de este tipo de construcciones permitirá maximizar su valor, detonando la necesidad evidente de contar con políticas coherentes y oportunas establecidas específicamente para la producción de la edificación sostenible.

La discusión de centrarse por un lado en las evaluaciones ambientales de las edificaciones o en las evaluaciones de la sostenibilidad de las edificaciones, es compleja, ya que como lo estable Gomes da Silva (2003), ambas tienen razones válidas para que estas alternativas sean consideradas como sistemas viables en la producción de los edificios.

Para el modelo de valoración que se presenta, se establece que la edificación sostenible busca minimizar los impactos ambientales al tiempo de mejorar las condiciones sociales y económicas de la comunidad y de la región a la cual se está atendiendo; por lo tanto es imprescindible evaluar no solo el desempeño ambiental de la edificación, sino en la medida de lo posible su contribución a un medio ambiente construido más sostenible, para lo cual es necesario considerar, acciones referentes a los aspectos sociales y económicos relacionados con la producción del edificio y su uso.

La propuesta.

Como parte de la propuesta que se presenta fue necesario concentrar la información en tres tablas que permitieran hacer de fácil entendimiento la aplicación de los criterios e indicadores que se plantean con el objetivo de contribuir a la edificación sostenible.

¹ La Dra. Judith Gabriela Hernández Pérez es Profesora de Arquitectura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México juhernan@uacj.mx (autor corresponsal)

² El Dr. Luis Carlos Herrera Sosa es Profesor de Arquitectura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México Carlos.herrera@uacj.mx

La propuesta incluye las acciones que por parte de los actores involucrados dentro del proceso de la edificación, así como los aspectos ambientales, sociales y económicos, que se derivan de los principales problemas físicos, medioambientales, regionales identificados en Ciudad Juárez, y permite hacer énfasis en la importancia de llevar a cabo la necesaria inclusión de todos los indicadores que se están proponiendo, para contribuir por una parte, a disminuir los impactos de la problemática en específico del tema (de acuerdo a la tabla que se esté trabajando), y por otro lado de manera integral contribuir a la generación de la edificación sostenible. La información se presenta en la tabla 1.

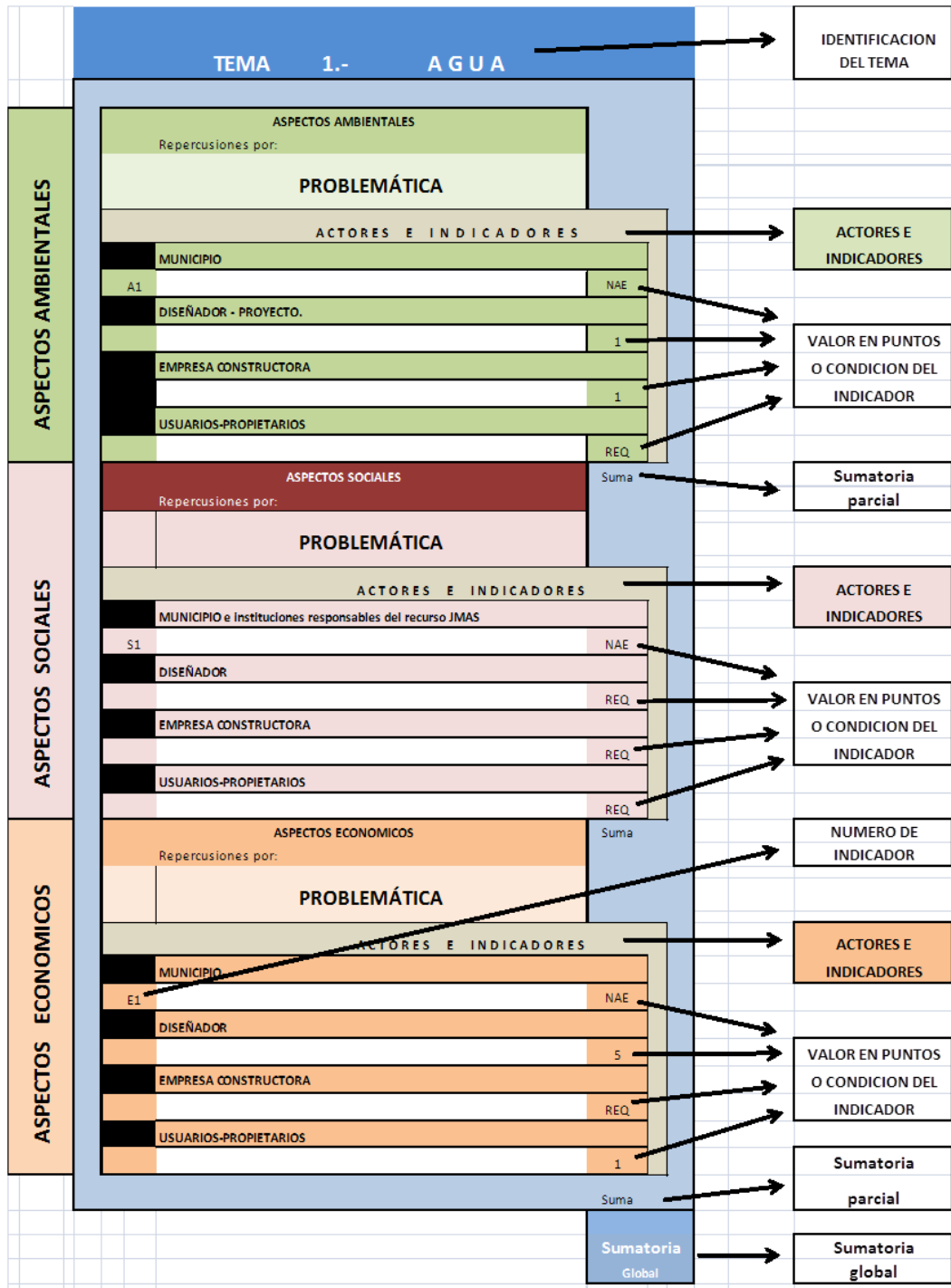


Tabla 1. Modelo de los principales elementos a evaluar.
Fuente: Hernández Pérez, 2013

Es importante mencionar que la adopción de prácticas más sostenibles, en todo el ciclo de vida de las edificaciones se deriva principalmente de las actividades de los actores involucrados, por lo tanto la educación y cultura referente al tema, es fundamental para el logro de resultados positivos.

La elección de los tres principales problemas identificados en la región como caso de estudio, y los cuales son la base para la generación de los indicadores, se establecen como resultado de una valoración de los impactos que cada uno de estos problemas representaba en la región, como una pérdida no recuperable.

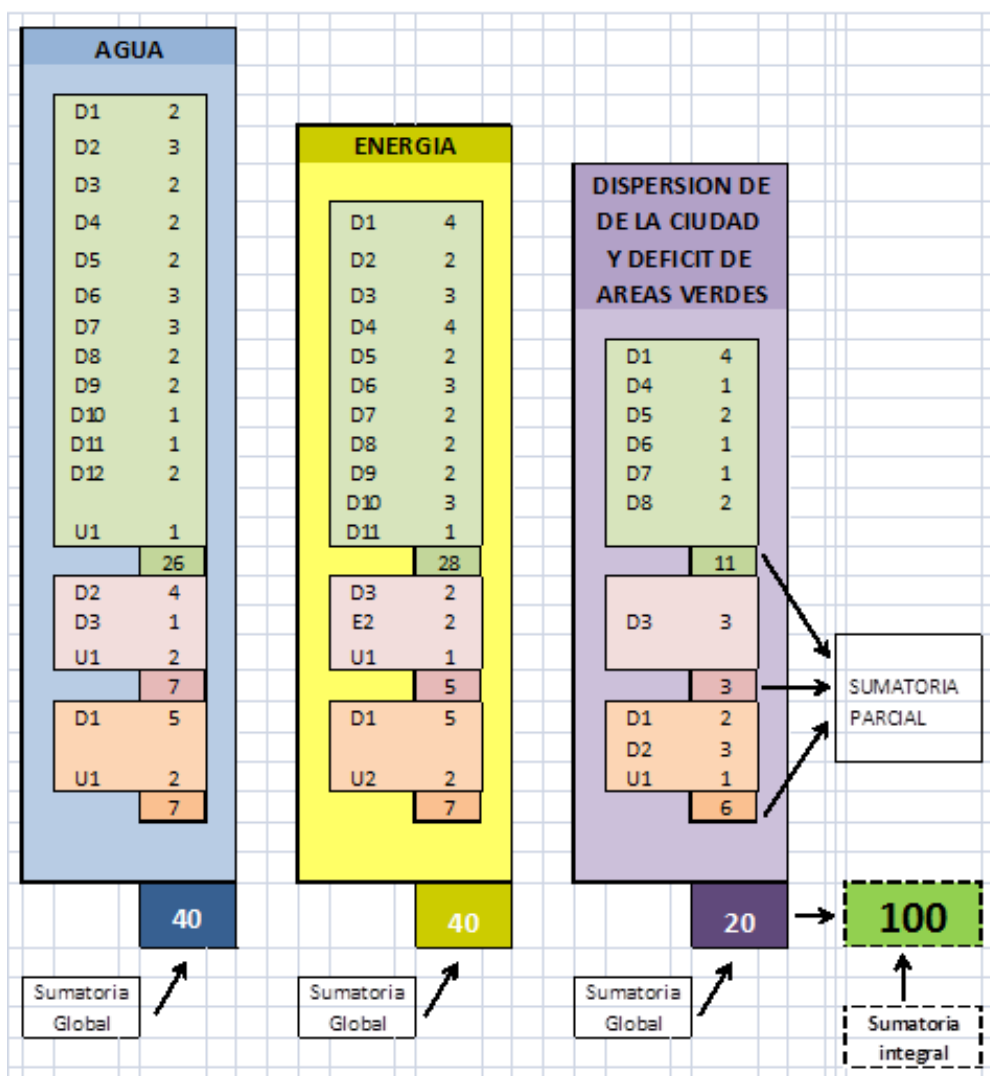


Tabla 2. Esquema del Modelo Propuesto Fuente: Hernández Pérez, 2012.

Temas considerados en el modelo

El agua

En los últimos 20 años se ha identificado un acentuado uso del agua en dos sentidos, para la producción de alimentos y de energía, con la finalidad de satisfacer la demanda de una población que día a día va en aumento, y para mejorar las condiciones del bienestar humano; lamentablemente las formas en que se usa este vital líquido tiene repercusiones negativas importantes para el ambiente, y que pone en riesgo, precisamente el bienestar de los seres vivos lo que hace indispensable acciones que permitan garantizar el buen uso del mismo. (PNUMA), 2007.

El agua en Ciudad Juárez, está ligada a su historia, ya que dicha población se origina por la existencia del Río Bravo, el crecimiento demográfico en la ciudad, así como el deterioro de la calidad de las aguas superficiales, ha generado un incremento en la demanda del vital líquido, que se refleja en la sobre-explotación de los acuíferos en

los últimos 20 años, consecuencia del desarrollo urbano e industrial que se genera en la localidad, aunado a la falta de recursos económicos necesarios para distribuir el recurso, a extensas sequías derivadas de los cambios atmosféricos que se presentan en regiones de clima extremo, lo anterior evidencia que cada vez sea menor la disponibilidad del agua por habitante. Ciudad Juárez, se localiza dentro de una zona desértica con limitado recurso hídricos, hasta agosto del 2009 la única fuente de agua en la ciudad, correspondía al acuífero de agua subterránea denominado Bolsón del Hueco, de donde se desprende que la problemática de la calidad y la cantidad del agua se marcaba como aspecto importante a considerar en la región. (Hierro 2006). El rápido agotamiento en los últimos años del acuífero, ha obligado a estudiar otras alternativas con la finalidad de establecer nuevas opciones para el abastecimiento del recurso. Actualmente se cuenta con una fuente alterna denominada Bolsón de Mesilla-Conejos Médanos.

Dispersión de la Ciudad y Déficit de áreas verdes

En el Plan de Desarrollo Urbano, de Ciudad Juárez, (2009), se establece que los altos niveles de contaminación ambiental derivados de las emanaciones de humos arrojados al medio ambiente, y que son generados por el parque vehicular pone en riesgo la salud pública de los habitantes de la ciudad.

Ciudad Juárez presenta serios problemas de movilidad, esta expansión física a la que ha estado sometida la ciudad, se ha caracterizado por un aumento en las distancias recorridas, lo que obstaculiza el desplazamiento de las personas desde los nuevos centros para la realización de las actividades productivas y las nuevas zonas habitacionales, repercutiendo por un lado en tiempos, costos de operación y de traslados, y por otro favoreciendo a la contaminación ambiental (por las emisiones contaminantes que de ello se desprende), estos factores limitan el potencial para el desarrollo económico, urbano y social de la ciudad, según lo establece Cital Pedro, (2005)

Salas Plata (2005), menciona que el enorme rezago de parque y jardines en Ciudad Juárez, se derivan principalmente de las limitaciones presupuestales del gobierno municipal, la falta de una cultura en materia de infraestructura para la recreación, así como la escasez del recurso hídrico.

Energía

La energía es identificada como una solución y un problema para el desarrollo sostenible, por un lado se le considera como un recurso que contribuye en demasía a la realización de las diferentes actividades hechas por el hombre, pero a la vez también se le considera como una de las fuentes de contaminación del aire, que se refleja en daños al medio ambiente y a la salud de los seres vivos. Lo anterior ha generado que las investigaciones y se concentren en mayor medida en los efectos ambientales, que se originan a partir de la generación de la energía, ya que los mismos impactan de sobremanera al planeta.

En Ciudad Juárez, debido al clima extremo que presenta, se hace eminente la necesidad de enfriamiento en verano de las edificaciones, y por otro lado la necesidad de calentar los mismo en la temporada fría, lo que se traduce en consumo excesivo de la energía (en muchas ocasiones estos altos costos rebasan la posibilidad de pago de algunos usuarios. Sin embargo es a través del diseño de las edificaciones de donde se puede coadyuvar de forma sustancial a la solución para disminuir el consumo de energía en los edificios.

Desde luego que existen otros problemas que se deben considerar como importantes dentro de la región como caso de estudio, sin embargo **los problemas relacionados con el agua, la energía y la dispersión de la ciudad incluyendo el déficit de áreas verdes** son problemas actuales, y graves que indiscutiblemente tienen un mayor impacto dentro de la ciudad, porque son problemas que afectan de manera innegable las condiciones de los habitantes, así como las condiciones ambientales y económicas de la zona árida y semiárida de ciudad Juárez, y que ponen de manifiesto la vulnerabilidad de la zona en cuanto a respuestas para mitigar los impactos negativos que las acciones del hombre han generado en relación a dichos problemas.

Se establece que las cuestiones ambientales estarán considerando en todo momento el mitigar los daños ambientales, ecológicos considerando alternativas viables que permitan hacer un adecuado y oportuno uso de los recursos naturales, como lo es el agua del subsuelo, la vegetación y microclimas, viento, sol, etc.

Las cuestiones económicas están encaminadas a analizar los costos de la obra en todo su proceso, e identificar los incentivos que pudieran obtenerse al realizar una construcción de este tipo, privilegiando aminorar los costos de mantenimiento a lo largo de la vida útil de la edificación.

Los aspectos sociales consideran los impactos que se generan y presentan en las personas que intervienen durante todo el proceso de construcción y uso, de la edificación, y están relacionados con la seguridad de las personas, con la salud, con su formación (para que conozcan y se involucren sobre el tema de la sostenibilidad), así como la calidad del ambiente interior de los edificios, y el impacto de los mismos hacia la sociedad y comunidad a la cual deben servir.

Los criterios propuestos han sido considerados desde la participación de los actores que intervienen en el proceso de la edificación, y para los cuales se establece una serie de acciones que no se puede trasladar a otro actor, porque

no sería el camino óptimo a seguir dentro del modelo para la sostenibilidad en edificios en zonas áridas y semi-áridas del norte de la República Mexicana. Es necesario aclarar que la participación de cada actor tiene una finalidad y un objetivo por cumplir, por lo tanto debe darse valor a sus acciones y permitir el desarrollo del modelo.

Para poder abordar los tres principales temas identificados, se generó una tabla de criterios para cada uno de ellos, la cual está dividida en tres aspectos: el ambiental, el social y el económico.

Una vez dividida la tabla en estos tres aspectos, se subdividió cada uno de ellos, estableciendo como punto de partida la presentación del problema a tratar. Luego se establecieron los actores involucrados, y por último, los indicadores a seguir por parte de los actores anteriormente mencionados.

A cada uno de estos indicadores se les otorgo un valor en puntos, para poder hacer una sumatoria global de la tabla, que permitiera por un lado tener una idea de los criterios e indicadores que se están tomando en cuenta en cada uno de los temas, para la realización de una determinada obra, y por otro lado, al tener las tres tablas con valores globales permite evaluar integralmente la viabilidad o no de la edificación, a la cual se está aplicando el modelo propuesto, y con ello establecer el grado de sustentabilidad de la edificación que se evalúo.

Los valores de las tablas, se establecen en la tabla 2.

AGUA	40%
ENERGIA	40%
DISPERSION DE LA CIUDAD Y DEFICIT DE AREAS VERDES	20%
	100%

Tabla 2. Ponderación de valores. Fuente: Hernández Pérez, 2013.

Para poder realizar la evaluación y determinar el grado de sostenibilidad y la viabilidad de la obra, se construyó un modelo matemático, en donde los tres conceptos juegan un papel clave. Es decir cada uno ofrece según lo indique la estrategia del modelo una alternativa para la toma de decisiones.

El modelo matemático se construye bajo las siguientes condiciones:

*El tema del agua y la energía no pueden eliminarse al 100% bajo ninguna circunstancia de la sumatoria integral de puntos.

*Los aspectos sociales y económicos, deben considerarse en los tres temas, no se permite la omisión de alguno de ellos.

*El único tema que podría no incluirse como obligatorio, dentro de la sumatoria integral es el tema de la dispersión de la ciudad y el déficit de áreas verdes.

*Los indicadores establecidos dentro de los cuestiones ambientales en los temas del agua, la energía, la dispersión de la ciudad y el déficit de áreas verdes, pueden tener una participación parcial, es decir se pueden considerar solo algunos de los indicadores (no es obligatorio cumplir al 100%), y con ello realizar la sumatoria, integral para la evaluación de la sostenibilidad de la edificación.

Para poder presentar los valores y las sumatorias, parciales, globales e integrarles ha sido necesario simplificar el contenido de las tablas, reduciendo a una letra y un número el indicador establecido, dentro de una columna del lado izquierdo, y del lado derecho de la misma, se establece la valoración en puntos a dicho criterio.

Comentarios finales

Resumen de Resultados

La propuesta del modelo enfatiza la consideración de los aspectos ambientales, sociales y económicos, como una respuesta a la realidad regional, promueve beneficios a la comunidad a la cual atiende, y busca la interacción al contexto regional minimizando los impactos negativos que se pudieran ocasionar en el mismo, además establece que la relación entre estos tres aspectos es insoslayable en cada una de las fases del proceso, y parte fundamental para

garantizar el máximo nivel de bienestar a los usuarios por medio de una arquitectura en equilibrio con el medio ambiente, y por el uso eficiente de los recursos con los que se puede contar.

Además plantea la importancia de que todos los actores involucrados en la realización de las obras arquitectónicas, deberán tener los conocimientos necesarios en relación a la edificación sostenible, esto permitirá comprender la trascendencia de lo que las acciones realizadas por ellos pudieran generar.

El esquema de la propuesta del modelo para la edificación sostenible, plantea ser un instrumento adecuado para comprender la relevancia de desarrollar un proceso coherente y congruente en relación con las acciones y con los objetivos para el logro de la edificación sostenible.

Conclusiones

Este trabajo de investigación demuestra la necesidad eminente de tomar acciones oportunas para lograr que el sector de la industria de la construcción tome un giro adecuado para contribuir al desarrollo de la edificación sostenible, permitiendo a la comunidad avanzar hacia un cambio positivo en su desarrollo. Las formas tradicionales de producción en la construcción demuestran una ausencia de congruencia al no dar respuestas reales a las necesidades específicas del lugar en donde se insertan. Hoy en diferentes escalas estamos informados de los agresiones que por la realización de las actividades del hombre sufre el planeta, por lo tanto el modelo propuesto resulta oportuno y viable para lograr cambios significativos ante:

*Los organismos municipales por la posibilidad de implementar en la reglamentación vigente el modelo para la realización de la edificación sostenible.

*En los procesos de mercado hacia una construcción sostenible.

*En la manera en que los actores participan en cada una de las etapas en los procesos de construcción, incluyendo su responsabilidad como agentes fundamentales del aumento de la sostenibilidad del contexto urbano.

*Al promover una demanda de las construcciones sostenibles, por ser oportunidades de financiamientos, de valoración e inversión, y de incentivos fiscales, entre otros, para los clientes y desarrolladores, con la posibilidad de elevar la calidad de vida de los usuarios y del contexto.

*Al promover una cultura y educación sostenible tanto en los actores involucrados en el proceso de construcción, así como en los usuarios de los edificios, lo que consecuentemente permeará a la comunidad.

*En la comunidad, al ser una estrategia que busca impactar de manera positiva a una población que lo requiere y a una región específica que lo demanda.

Recomendaciones

Los investigadores interesados en esta investigación podrían aplicar el modelo en diferentes edificios en los cuales estén trabajando, o en los cuales quisieran conocer que criterios podrían desarrollarse antes de construir el proyecto, para poder ofrecer alternativas viables de llevarse a cabo y que permitan garantizar una edificación sostenible. Es importante resaltar que este modelo se desarrolló en base a una región como caso de estudio Ciudad Juárez, inserta en la zona árida y semiárida del norte de la República Mexicana, por lo tanto es un modelo viable para edificaciones que se consideren bajo estas condiciones.

Referencias

Cital Beltrán, Pedro, Desarrollo Urbano, Diagnóstico geo-socioeconómico de Ciudad Juárez y su sociedad, Colegio de la Frontera Norte, Instituto Nacional de las mujeres, Dirección General Regional Noroeste, Ciudad Juárez, Chihuahua, Mayo 2005.

Del Hierro Ochoa, Julio César, Comportamiento hidro-geoquímico del Bolsón del Huevo en el área urbana de Ciudad Juárez, Chihuahua, México 1965-1999, Nuevos Estudios sobre agua y ambiente en Ciudad Juárez, Cuerpo Académico de Estudios del Agua, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Vol. III, 2006.

Gomes da Silva Vanessa, Evaluación de la sostenibilidad de los edificios de oficinas de Brasil: Directrices básicas y metodología. Tesis Doctoral. Escuela Politécnica de la Universidad De Sao Paulo. Sao Paulo, 2003.

Hernández Pérez, Judith Gabriela, "Rompiendo el paradigma de los edificios inteligentes" Tesis Doctoral (sin publicar), Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., Mayo 2013.

Perspectivas del Medio Ambiente Mundial GEO4, medio ambiente para el desarrollo, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (PNUMA), 2007, Pág. 153.

Plan de Desarrollo Urbano, Ciudad Juárez, Instituto Municipal de Investigación y Planeación, 2009.

Salas Plata Jorge, (compilador) Alba Máñez, Francisco Núñez, Bases para un plan sustentable de manejo y aprovechamiento del agua tratada para riego en parques y jardines de Ciudad Juárez. Nuevos Estudios sobre agua y medio ambiente en Ciudad Juárez, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Vol. II, 2005.

Valoración del uso del modelo lineal en hojas de cálculo para aplicaciones en regresión y análisis de varianza

M.C. Manuel Darío Hernández Ripalda ¹, M.C. Miguel Ángel Melchor Navarro ²,
M.C. Moisés Tapia Esquivias ³ y Dr. José Antonio Vázquez López ⁴

Resumen—El aprendizaje de los análisis de regresión lineal y análisis de varianza se ha modificado mucho con la capacidad de cálculos en diferentes medios de cómputo, gradualmente ha emergido la posibilidad de aprovechar el modelo lineal expresado en una función estadística en las hojas de cálculo, que permite el análisis de regresión lineal simple y múltiple, con factores cuantitativos, y el análisis de varianza, con factores cualitativos; Las hojas de cálculo actuales tienen una precisión aceptable para este aspecto y se encuentran disponibles para casi todo tipo de dispositivos; también existen versiones libres de hojas de cálculo; esto hace interesante valorar estas propiedades para el uso de las hojas de cálculo en el análisis de regresión lineal y el análisis de varianza).

Palabras clave—hojas de cálculo, modelo lineal, aprendizaje, regresión, ANOVA

Introducción

Como se declara en Gnome Project (2015): Una hoja de cálculo se utiliza para manipular y analizar datos numéricos, puede ayudar a mantener un registro de la información en las listas, organizar valores numéricos en columnas y filas, ejecutar y actualizar los cálculos complejos mediante la definición de cada paso del cálculo y la modificación de medidas particulares, posteriormente, crear y visualizar o imprimir gráficas de datos utilizando diagramas de barras, gráficos de líneas, gráficos circulares o gráficos de radar, implementan el modelado de optimización compleja o realizar muchas otras tareas que implican números, fechas, horas, nombres u otros datos.

Estándar XLS

Las hojas de cálculo prácticamente están disponibles en todas las plataformas de cómputo y en versiones comerciales y libres. La hoja de cálculo más conocida y que ha dominado el ambiente es la hoja comercial Microsoft Excel, puso el estándar a las demás hojas de cálculo.

El formato de Microsoft Excel hasta la versión 2007 (v.12) uso un formato binario propio con extensión XLS, a partir de 2007 usa Office Open XML como formato primario, desde entonces Microsoft permitió para el formato binario XLS, la descarga libre de la documentación y su uso, Microsoft Excel permanece compatible con los formatos anteriores (XLS) y además lee los formatos CSV, DBF, SYLK, DIF. La extensión de archivo por defecto del formato Excel puede ser .xls en versiones anteriores o iguales a Excel 2003 (11.0). XLS se ha vuelto un formato compartido por todas las hojas de cálculo, Microsoft Excel lo mantiene por razones de compatibilidad, las hojas de cálculo libres (Gnumeric, Calc) lo utilizan, las hojas de cálculo en línea también (Google Sheets, Zoho). WPS lo recomienda como formato para guardar las hojas de cálculo.

Microsoft Excel además de ofrecer la lista de funciones estadísticas, que prácticamente comparten las demás hojas de cálculo, presenta un menú para realizar procedimientos estadísticos llamado “Data Analysis” “Análisis de Datos”, cuando está instalado aparece dentro del menú “Data”, en su lista aparecen: regresión, anova de dos vías, suavizado exponencial entre otros. Este menú ha sido criticado por McCullough (2008a) y Nash (2008) para su utilización en la estadística. En general su conclusión es, que no es recomendable.

Hojas de Cálculo libres: Calc y Gnumeric

Calc es una hoja de cálculo, nació como parte de la suite Star Office y actualmente se encuentra en dos derivaciones: Apache OpenOffice y LibreOffice. Crea las hojas en formato ODS (*Open Document Sheet*), aprobado por ISO, pero además puede abrir y editar archivos XLS procedentes de Microsoft Excel. Puede exportar hojas de cálculo para el formato Excel. Tiene también una serie de características adicionales. Tiene funciones estadísticas similares a las de Excel, y en la versión de Calc para Libre Office se cuenta con un asistente para Estadística.

¹ El M. C. Manuel Darío Hernández Ripalda es Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, plantel del Tecnológico Nacional de México. dario.hernandez@itcelaya.edu.mx (autor corresponsal)

² El M.C. Miguel Ángel Melchor Navarro es Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, plantel del Tecnológico Nacional de México. miguel.melchor@itcelaya.edu.mx

³ El M. C. Moisés Tapia Esquivias. es Profesor del Posgrado de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, plantel del Tecnológico Nacional de México. moises.tapia@itcelaya.edu.mx

⁴ El Dr. José Antonio Vázquez López es Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, plantel del Tecnológico Nacional de México. antonio.vazquez@itcelaya.edu.mx

LibreOffice ha estado haciendo un esfuerzo por documentar de forma libre también; véase el manual de Calc en LibreOffice Documentation Team (2013).

Gnumeric es una hoja de cálculo distribuida con licencia de programa libre, para el sistema operativo Linux; ha sido portado a MS Windows (Versiones 2000 y superiores). El 10 de junio de 2014 con la versión 1.12.17 se detuvo el lanzamiento de la versión disponible para Microsoft Windows, debido a problemas de portabilidad de Linux a Windows. Mientras se continúa lanzando para Linux. Gnumeric ofrece una lista de funciones estadísticas más amplia que las otras hojas de cálculo; además tiene en el menú principal, uno dedicado al análisis estadístico. Desde la versión Gnumeric 1.4 se ha buscado tener la mejor fuente disponible en los cálculos estadísticos; el equipo de Gnumeric trabaja en cooperación con el proyecto del lenguaje estadístico R. Las funciones de probabilidad de Gnumeric son similares a sus contrapartes en R. En general las hojas de cálculo tienen capacidades gráficas para presentar datos pero están orientadas a finanzas y negocios no a estadística, como lo presenta Su (2008). Gnumeric ha ido agregando capacidad gráfica para estadística.

WPS Spreadsheets en WPS Office

WPS Office (acrónimo para Writer, Presentation, Spreadsheets), es una suite ofimática para Microsoft Windows, Linux, iOS y Android desarrollada por el desarrollador de software Kingsoft en Zhuhai, China. La versión básica es libre para el uso, pero también está disponible una versión Pro con todas las características. La interfaz de usuario es similar a la de los productos de Microsoft Office, y WPS Office tiene una alta compatibilidad con Microsoft Office; aunque no ofrece todas las aplicaciones ofrecidas por Microsoft Office o LibreOffice, sólo tiene un procesador de palabra: WPS *Writer* \approx *Word*, hoja de trabajo: WPS *Spreadsheets* \approx Excel y herramienta de presentación: WPS *Presentation* \approx *Power Point*. Pero aunque es altamente compatible con los formatos de Microsoft Office, no es compatible con los formatos regulares de LibreOffice/ OpenOffice. Es necesario guardar estos documentos en un formato de Microsoft Office (o en RTF) para poderlos abrir. Pero en tanto a compatibilidad con Microsoft Office, WPS Office mejora a LibreOffice y OpenOffice. La suite integra servicios en la nube como Dropbox, Box, Google Drive.

Hojas de cálculo en línea, la hoja de Google.

Hojas de Cálculo en línea, las hojas de Google es una hoja de cálculo en línea que permite crear y formatear hojas de cálculo y al mismo tiempo trabajar con otras personas. La hoja de cálculo en línea de Google importa y convierte datos en formato Excel, .csv, .txt y .ods a una hoja de cálculo de Google, exporta datos al formato Excel, .csv, .txt y .ods así como archivos PDF y HTML, permite chatear en tiempo real con quienes están editando la hoja de cálculo, Crea gráficos con sus datos, puede insertar una hoja de cálculo - o las hojas individuales de la hoja de cálculo - en un blog o sitio web. Microsoft Excel y WPS *Spreadsheets* tienen ya servicios en línea; otra opción es Zoho Sheet: hoja de cálculo. Muy similar a Microsoft Excel o Calc, ofrece soporte al formato OpenDocument y almacenamiento de libros de trabajo. McCullough y Yalta (2013) previenen que la precisión de los cálculos en estas hojas no tiene un nivel adecuado.

A continuación se definirán algunos de los temas estadísticos que se propone se pueden manejar con las funciones estadísticas estándar de las hojas de cálculo

Modelo de Regresión lineal simple

En el modelo de Regresión lineal simple se supone que la relación entre la variable dependiente, la cual se denota con "y" y la variable independiente, cuyo símbolo es "x"; es casi una recta: $y = \mu_{y|x} + \varepsilon = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$ donde: $\mu_{y|x}$ es la media de "y" dado "x", β_0 (beta cero) es la ordenada al origen o constante y β_1 (beta uno) es la pendiente de la recta; la dispersión alrededor de la recta se debe a un término de error, una variable aleatoria normal de error o ruido, ε (épsilon), con media cero y desviación estándar constante σ^2 (sigma al cuadrado). La regresión establece que dos variables tienen una relación y que la variable independiente contribuye con información para predecir la variable dependiente.

Regresión lineal múltiple

La extensión de la regresión lineal a un vector de variables predictoras (múltiples) x se llama regresión lineal múltiple, la variable de respuesta sigue siendo un escalar "y". Para manejar las variables independientes el modelo de regresión múltiple es: $Y_i = \beta_0 + \sum \beta_i x_i + \varepsilon_i$; donde ε_i es el error asociado a la observación i del valor x_i , ε_i se distribuye normal con media =0 y varianza σ^2 constante.

El Análisis de Varianza (ANOVA)

Es un proceso estadístico para el análisis de la cantidad de varianza contribuido a una muestra por diferentes factores. La tabla ANOVA permite estimar la aportación de variación de cada factor. Cuando el número de réplicas es desigual para las combinaciones de los niveles de los factores, es más fácil calcular usando regresión. La tabla

ANOVA se puede obtener en una hoja de cálculo a partir de regresión lineal, utilizando variables ficticias.

Variables Categóricas

Los Modelos de Regresión Múltiple no sólo pueden tener variables independientes cuantitativas también pueden tener variables independientes cualitativas o categóricas; estas variables cualitativas no se pueden medir en una escala numérica, tienen categorías, que se denominan niveles; es necesario para modelar en regresión codificar estos niveles en números, a las variables cualitativas codificadas se les llama variables ficticias o variables indicadoras. Se les llama a las variables cualitativas independientes: factores.

Factores

Comúnmente en Análisis de Varianza (ANOVA) y diseño de experimentos, se seleccionan factores que varían sistemáticamente durante un experimento para determinar su efecto sobre la variable de respuesta. Los factores sólo pueden asumir un número limitado de valores posibles, conocidos como niveles de factor. Los factores pueden ser una variable categórica o basarse en una variable continua, pero sólo se utilizan algunos valores controlados en el experimento.

Un factor, o variable categórica, se puede introducir en una regresión mediante la codificación de un conjunto de variables independientes 0/1 ficticias, una menos que el número de categorías del factor. La categoría "omitida", codificada 0 para todas las variables independientes ficticias en el conjunto, sirve como punto de referencia a la que las otras categorías se comparan. El modelo de regresión representa superficies paralelas, una para cada categoría del factor; un factor con "k" categorías generalmente requerirá k – 1 regresores en un modelo de regresión.

Al agregar al modelo de regresión una constante para calcular la intersección, el modelo queda redundante debido a que el vector columna de unos, agregado para el cálculo de la intersección es igual a la suma de todas las variables. Para resolver este problema se elimina una de las variables ficticias.

Las interacciones pueden ser incorporadas mediante la codificación de variables independientes interaccionando, teniendo productos de variables independientes ficticias con variables explicativas cuantitativas. El modelo permite diferentes pendientes en diferentes grupos, es decir, superficies de regresión que no son paralelas.

Fórmulas estándar para el modelo lineal en hoja de cálculo.

Las hojas de cálculo tienen una función "ESTIMACIÓN.LINEAL(Y conocida; X conocida; constante b₀, Calcular estadísticas) /LINEST (Known Y's, Known X's, Constant, Stats)" que realiza varios cálculos importantes para la regresión de una sola vez. En la Tabla1 se presenta el rango de resultados para la función.

b _k	b _{k-1}	...	b ₁	b ₀
S(b _k)	S(b _{k-1})	...	S(b ₁)	S(b ₀)
R ²	Se			
F _{observada}	GL _{error}			
SS _{Regresión}	SS _{error}			

Tabla 1. El arreglo o matriz que resulta de usar LINEST()/ ESTIMACION.LINEAL(), la fila uno son los coeficientes del modelo de k hasta 1 y al final la constante b₀, la segunda fila tiene las desviaciones estándar de los coeficientes, en el resto de la 1a. columna van: R², F, SS_{regresión}, en el resto de la 2a. columna Se, GL_{error} y SS_{error}.

FDIST () / DISTR.F(estadístico F, grados de libertad_1, grados de libertad_2), Calcula el valor de significación o Valor P, de una distribución F, para un estadístico F con grados de libertad_1 y grados de libertad_2.

TDIST()/ DISTR.T(valor de T para el que se va a calcular el Valor P; grados de libertad(GL o v); 1 extremo o 2 extremos). Es la función que regresa la probabilidad de significación (Valor P) para un valor de estadístico con distribución T de v grados de libertad, para un extremo o dos.

DEVSQ()/ DESVIA2(vector de datos), Regresa la suma de cuadrados (SS) de las desviaciones de la media, para el vector de datos señalado. Si x = vector de n datos, $SS_x = \sum(x_i)^2 - (\sum x_i)^2 / n$

Descripción del Método

Comparación de temas y su tratamiento con hoja de cálculo

Se propone un ejemplo de ANOVA con diferentes números de réplicas por nivel, utilizando las funciones estadísticas asociadas al formato XLS, que se denominan funciones estándar. Se ve el manejo de datos desbalanceados, con dos alternativas de uso de fórmulas para los cálculos de ANOVA, incluyendo explícitamente el modelo lineal, se compara la precisión de los resultados

Ejemplo de ANOVA de una vía con diferentes números de réplicas por nivel.

Es recomendable que el número de réplicas para cada nivel j, n_j (n_j =1,2, ..., k) en un experimento con un solo factor y k niveles diferentes sea constante, n₁ = n₂ = ... = n_k = n, sin embargo a veces esto no es posible, las

ecuaciones que descomponen la suma de cuadrados se pueden arreglar para el caso, pero se pierde potencia en la prueba, y las operaciones se tienen que cuidar para no equivocarse en el cálculo de Sumas de cuadrados y llevar la cuenta correcta de los grados de libertad.

Se tienen los datos para un factor A con tres niveles, $k=3$, con $n_1 = 4, n_2 = 5, n_3 = 3; N = 12$

A ₁	A ₂	A ₃
3	1	5
5	2	5
6	2	2
1	0	
	3	

Tabla 2. Datos para tres niveles con réplicas desiguales, los datos están desbalanceados.

Los grados de libertad serán para El Total $GL_{Total} = N - 1 = 12 - 1 = 11$; $GL_{Regresión} = k - 1 = 2$; para el error por diferencia: $GL_{Error} = 11 - 2 = 9$. La Suma de cuadrados Total, SS_{Total} , se puede obtener con “DESVIA2() /DEVSQ()” para todos los datos, resulta en 40,917 con los 11 grados de libertad, para la Suma de cuadrados del error, SS_{Error} , se obtiene la Suma de cuadrados nivel por nivel, resultan respectivamente 14,75; 5,2 y 6 para los niveles 1, 2 y 3 de A; sumados dan la suma de cuadrados dentro de los niveles o error, $SS_{Error} = 14,75 + 5,2 + 6 = 25,95$, los grados de libertad para cada nivel es $n_i - 1$, resultan en 3, 4 y 2 respectivamente para los niveles 1, y 3; los grados de libertad del error se suman $GL_{Error} = 3 + 4 + 2 = 9$; La Suma de Cuadrados del Factor se puede obtener por diferencia $SS_{Factor} = 40,917 - 25,95 = 14,967$ y los grados de libertad igual, $11 - 9 = 2$.

	A	B	C	D
1	A ₁	A ₂	A ₃	
2	3	1	5	
3	5	2	5	
4	6	2	2	
5	1	0		
6		3		
7	4	5	3	=CONTAR(C2:C6)
8	3	4	2	=C7-1
9	14,75	5,2	6	=DESVIA2(C2:C4)
10			9	=SUMA(A8:C8)
11			25,95	=SUMA(A9:C9)
12				
13			12	=CONTAR(A2:C6)
14			11	=C13-1
15			40,917	=DESVIA2(A2:C6)

Tabla 3. Cálculo de ANOVA de una vía para un factor con tres niveles diferentes en número de observaciones

Anova					
Fuente	GL	SS	MS	Fo	Valor P
Factor	2	14,967	7,483	2,595	0,129
Error	9	25,950	2,883		
Total	11	40,917			

Tabla 4. ANOVA final utilizando los cálculos realizados en la tabla 2; el Valor P se obtiene con la función.

La estimación de los valores se hace también con el uso de variables ficticias, en este caso para los niveles 1 y 2 y se omite el tercer nivel; se corre la función de regresión “ESTIMACION.LINEAL() / LINEST()”

	A	B	C	D
24	nivel A	observación	D1	D2

25	1	3	1	0
26	1	5	1	0
27	1	6	1	0
28	1	1	1	0
29	2	1	0	1
30	2	2	0	1
31	2	2	0	1
32	2	0	0	1
33	2	3	0	1
34	3	5	0	0
35	3	5	0	0
36	3	2	0	0

Tabla 5. Datos del ejemplo en forma de columnas, con los valores de los niveles 1 y 2 codificados.

-2,4	-0,25	4
1,24007	1,29690	0,98036
0,36578	1,69804	#N/D
2,59538	9,00000	#N/D
14,96667	25,95000	#N/D

b_2	b_1	b_0
$S(b_2)$	$S(b_1)$	$S(b_0)$
R^2	S_{error}	
F_0	GL_{Error}	
SS_{Factor}	SS_{Error}	

Tabla 6. Resultado de la regresión usando las variables ficticias; a la derecha la tabla presenta los nombres de los valores entregados por la función "ESTIMACION.LINEAL() / LINEST()"; obsérvese los valores de F_0 , GL_{Error} , SS_{Factor} y SS_{Error} que se obtuvieron en el ANOVA de la Tabla 3.

El valor b_0 que aparece corresponde al promedio del nivel A3 omitido en la regresión; los valores b_2 y b_1 corresponden a las diferencias de los promedios de A2 y A1 respecto al promedio de A3; así el promedio del nivel A1 corresponde a $b_0 + b_1 = 4 + (-0,25) = 3,75$ y para el promedio de A2 = $4 + (-2,4) = 1,6$.

En el renglón inferior siguiente están las desviaciones estándar de los estimadores de los coeficientes; con ellos se puede hacer la prueba de hipótesis $H_0: \beta_i = 0$ contra $H_a: \beta_i \neq 0$, si se rechaza H_0 el coeficiente será significativo, cómo el coeficiente implica la diferencia entre el promedio del nivel considerado y el de base que se omitió, se está probando si existe una diferencia significativa entre los promedios; se calcula el estadístico $\text{abs}[b_i / S(b_i)]$ que tiene una distribución t con grados de libertad igual a los del error, se calcula el Valor P, con la función TDIST()/DISTR.T() y si este es menor que un valor alfa determinado, típicamente 0.05, se rechaza la H_0 y se declara que la diferencia entre promedios es significativa.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Con el ejemplo, se ve que: se pueden manejar datos desbalanceados, esta ha sido una crítica común a las hojas de cálculo; la función LINEST permite manejar tanto la regresión lineal, lineal múltiple o los casos de análisis de varianza.

Desde un punto de vista pedagógico, una colección de algoritmos totalmente robustos para calcular funciones estadísticas y distribuciones no es el principal requisito para los estudiantes cuando aprenden las técnicas y funciones estadísticas básicas. Siempre que las funciones implementadas sean razonablemente precisas para los rangos normales de los parámetros, es mucho más importante que el estudiante sea capaz de comprender el funcionamiento de tales funciones y así ver muchas conexiones, patrones y propiedades; esto se encuentra ampliamente ilustrado en el entorno de hoja de cálculo.

Conclusiones

Las personas que estén en un aprendizaje de estos temas pueden con el dominio de unas pocas fórmulas: realizar y verificar cálculos y comparar con los resultados de paquetes estadísticos especializados. Las hojas de cálculo en formato estándar (XLS) con sus fórmulas estadísticas estándar, están disponibles de forma libre en todas las plataformas de cómputo, estas fórmulas son ahora lo bastante precisas para obtener resultados comparables a los paquetes estadísticos especializados, con la ventaja del resultado inmediato y la posibilidad de cambiar valores de ingreso a las fórmulas y observar inmediatamente las consecuencias. Las hojas de cálculo no son el remedio para el analfabetismo estadístico, son herramientas gratuitas disponibles a la mayoría, aprender sus capacidades y limitaciones ayuda. Por ahí está la declaración de Ripley (2002), literalmente: "Sin engañarnos: el programa más usado para estadística es Excel".

Baker y Sugden (2003) proponen: en el aprendizaje de la estadística los problemas que puede ayudar una hoja de trabajo son: entender y manejar los diferentes tipos de datos, transparentar los procedimientos de análisis, evitar el tedio y la posibilidad de error en cálculos repetitivos y con ciertas dificultades, ganar confianza verificando cálculos que se pueden comparar con otras fuentes.

Se reconoce lo que no se debe hacer en las hojas de trabajo: no substituyen a una base de datos, su capacidad gráfica está orientada a negocios no a la estadística, las funciones estadísticas no hacen lo que el usuario quiere sino lo que el usuario les manda, la carga de las decisiones del análisis estadístico sigue en manos del usuario; es riesgoso para análisis de grandes cantidades de datos, como analizar la producción anual o el censo económico del país; no resuelven aún la optimización no lineal.

Prácticamente lo que sí se puede hacer provechosamente es: manejar los datos para poder analizar; utilizar las funciones estadísticas para atacar problemas de texto y ganar entendimiento de cómo funcionan; comparar soluciones de un paquete estadístico dedicado y ganar comprensión de cómo opera; permitir la posibilidad de resolver muchos problemas pequeños pero significativos en menor tiempo, dando experiencia de análisis; transparentar las formulas, especialmente las de matriz, con la aplicación a ejercicios; comunicar de forma rápida ejercicios con mejores prácticas de análisis por el uso de archivos compartidos; no depender de un programa difícil de obtener, limitado en sistema operativo y con cambios frecuentes.

Recomendaciones

La hoja de cálculo más apropiada para enseñanza estadística en regresión y ANOVA es Gnumeric, para Windows se puede conseguir la versión 1.10 (en CNET) y 1.12 (en portable), después la opción es Calc. Aun así debe seguirse verificando la precisión, de todas las hojas de cálculo, ver Almiron *et al.* (2010), Melard (2014), McCullough y Yalta (2013) para procedimientos, hasta eso, es un buen ejercicio de aprendizaje.

Referencias

- Almiron, M. G., B. Lopes, A. L. C. Oliveira, A. C. Medeiros y A. C. Frery (2010), "On the numerical accuracy of spreadsheets", *Journal of Statistical Software*, 34, 4, 1-29.
- McCullough, B.D. y Yalta, A.Talha. (2013), "Spreadsheets in the Cloud – Not Ready Yet", *Journal of Statistical Software*, 52, 7, 1-14.
- Baker, John y Sugden, Stephen J. (2003) "Spreadsheets in Education –The First 25 Years," *Spreadsheets in Education* (eJSiE): Vol. 1:1 ss. 1, Article 2.
- Gnome Project. (2015). "The Gnumeric Manual, version 1.12". Recuperado el 15 de septiembre de <https://help.gnome.org/users/gnumeric/stable/gnumeric.html>
- McCullough, B.D., (2008a). "Editorial". *Computational Statistics and Data Analysis* 52 (10), 4568–4569.
- McCullough, B.D., (2008b). "Microsoft's 'Not the Wichmann-Hill' random number generator". *Computational Statistics and Data Analysis* 52 (10), 4587–4593.
- McCullough, B.D., Heiser, David A., (2008). "On the accuracy of statistical procedures in Microsoft Excel 2007". *Computational Statistics and Data Analysis* 52 (10), 4570–4578.
- Melard G. (2014). "On the Accuracy of Statistical Procedures in Microsoft Excel 2010". *Computational Statistics*. Vol.29 No. 5, pp 1095-1128. Octubre 2014. Recuperado el 13 de septiembre en http://homepages.ulb.ac.be/~gmelard/rech/gmelard_csda23.pdf
- LibreOffice Documentation Team (2013). "Calc Guide – Working with spreadsheets". Berlin: The Document Foundation.
- Nash, J. C., (2008). "Teaching statistics with Excel 2007 and other spreadsheets". *Computational Statistics and Data Analysis* Vol. 52 (10), pp. 4602–4606.
- Ripley, Brian D., (2002), Statistical methods need software: A view of statistical computing, Opening lecture RSS 2002, Plymouth.
- Su, Yu-Sung, (2008). "It's easy to produce Chart junk using Microsoft Excel 2007 but hard to make good graphs". *Computational Statistics and Data Analysis* 52 (10), 4594–4601.

Notas Biográficas

El M.C. **Manuel Darío Hernández Ripalda** es profesor en el Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, su maestría la realizó en Investigación de Operaciones, trabaja en la Línea de Investigación de Estadística y Calidad, ha sido asesor de Seis Sigma y Estadística Aplicada en varias industrias. (Autor corresponsal)

El M.C. **Miguel Ángel Melchor Navarro** es Profesor en el Instituto Tecnológico de Celaya, su maestría la realizó en el Instituto Tecnológico de Celaya, trabaja en la línea de Estadística e Investigación de Operaciones. Actualmente imparte materias de Estadística en Ingeniería Industrial.

El M.C. **Moisés Tapia Esquivias** es profesor en el Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, su maestría la realizó en Sistemas y Calidad en el ITESM, miembro del cuerpo académico "optimización de procesos de manufactura y servicios", cuenta con perfil deseable PROMEP, ha sido asesor de Seis Sigma y Estadística en varias industrias.

El Dr. **José Antonio Vázquez López** es Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, plantel del Tecnológico Nacional de México; Su doctorado lo realizó en Ingeniería Industrial y manufactura, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con nivel 1, acreditado como Profesor con Perfil Deseable del PROMEP

Estudio de métodos para estimar efectos de dispersión, después de analizar los efectos de localización por el método de búsqueda de variables

M. C. Manuel Darío Hernández Ripalda ¹, Dr. Armando Javier Ríos Lira ²,
Dr. José Antonio Vázquez López ³ y M. C. Moisés Tapia Esquivias ⁴

Resumen—En el diseño de experimentos dedicado a la mejora de calidad en la industria, se ha estado proponiendo un procedimiento que: estima primero los efectos de localización para una variable de interés y luego estima los efectos que provocan la dispersión; una técnica que llama poderosamente por su economía es la realizada con experimentos sin réplica. Se propone examinar lo adecuado del método de búsqueda de variables para substituir a los experimentos factoriales sin réplica.

Palabras clave—efectos de dispersión, búsqueda de variables, factoriales sin réplica.

Introducción

Para realizar mejoras de la calidad con Diseño de Experimentos en la industria se ha propuesto una secuencia de procedimientos y métodos que en términos generales es: primero estimar los efectos más importantes que explican la localización de una variable de interés; a continuación estimar los efectos más importantes relacionados con la dispersión en la respuesta de interés; por las condiciones de trabajo en las empresas esto se hace aplicando diseños experimentales factoriales de dos niveles sin réplicas.

Existe una literatura con propuestas y discusión sobre el análisis de efectos de localización y dispersión en los experimentos factoriales sin réplica. Pero los efectos de localización también se pueden detectar de forma económica por otra propuesta que es la técnica llamada búsqueda de variables; esta técnica identifica los efectos de localización pero no se ha examinado si se puede aplicar un procedimiento posterior para identificar los efectos de dispersión.

En el caso de los diseños experimentales factoriales sin réplica, la búsqueda de efectos de dispersión se ha encontrado con dificultades derivadas de la correcta determinación de los efectos de localización. Aquí se hace un examen preliminar del caso para la técnica llamada búsqueda de variables.

Supuestos en los diseños experimentales industriales y sus consecuencias

En la realización de los diseños experimentales industriales se parte de varios supuestos que son base para su diseño y análisis, Box y Hunter (1956) propusieron lo que se llama la escasez de factores (*factor sparsity*), Se declara que en relación al ruido en la experimentación solo una parte pequeña de los factores tiene efectos grandes, a estos factores se les denominó “activos”, al resto “inertes”; esto implica también escasez de efectos, pues se postula que solo los factores activos tendrán efectos tales como sus interacciones, y las de los factores inertes no son de consideración. Las consecuencias en el diseño es que no es necesario construir experimentos muy grandes para identificar a los pocos factores y sus efectos asociados, basta escoger un experimento de resolución suficiente. Esto desemboca en la construcción de diseños factoriales fraccionados de dos niveles sin réplicas y solo garantizando una resolución que permita identificar las interacciones dobles.

El uso de experimentos sin réplica lleva al problema de no tener suficientes grados de libertad para estimar el error y por lo tanto no es posible usar un análisis de varianza en la forma común para decidir qué efectos son significativos. Una alternativa es tomar los contrastes de las interacciones más altas y sumar sus sumas de cuadrados, acción llamada fusionar (*pooling*), y construir una estimación del error experimental a partir de ahí, después aplicar el procedimiento de ANOVA. Otra alternativa ha sido utilizar la distribución acumulativa de los efectos estimados sobre una escala basada en la distribución normal, método propuesto por Daniel (1959). En la presencia de escasez de efectos, los efectos inertes tienden a caer a lo largo de una línea recta, mientras que los

¹ El M. C. Manuel Darío Hernández Ripalda es Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, plantel del Tecnológico Nacional de México. dario.hernandez@itcelaya.edu.mx (autor corresponsal)

² El Dr. Armando Javier Ríos Lira es Profesor del Posgrado de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, plantel del Tecnológico Nacional de México, armando.rios@itcelaya.edu.mx

³ El Dr. José Antonio Vázquez López es Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, plantel del Tecnológico Nacional de México. antonio.vazquez@itcelaya.edu.mx

⁴ M. C. Moisés Tapia Esquivias. es Profesor del Posgrado de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, plantel del Tecnológico Nacional de México. moises.tapia@itcelaya.edu.mx

efectos activos tienden a aparecer como puntos extremos por fuera de la línea formada por los otros. Lenth (1989) propuso otro método alternativo basado en un estimado llamado pseudo-error, a partir del cual se deciden los factores activos. Después se han dado una serie de variaciones propuestas para la identificación de efectos activos en diseños sin réplica; La revisión clásica de los métodos está en Hamada y Balakrishnan (1998).

Estimación de efectos de dispersión

Para experimentos con réplicas se propuso que se podía estimar la dispersión estimando la dispersión para cada condición experimental y utilizando alguna transformación hacer el análisis para decidir qué efectos eran los más importantes respecto a la dispersión. En el caso de diseños factoriales sin réplica esto no es posible, Box y Meyer (1986) propusieron un método basado en comparar las dispersiones de los residuales de cada factor a nivel alto y nivel bajo; los residuales se estiman a partir del modelo de localización calculado inicialmente por algún método como el de Daniel o el de Lenth mencionados anteriormente. El trabajo de Box y Meyer dio lugar a una serie de propuestas para mejorar o corregir la estimación de los efectos de dispersión, en los factoriales sin réplica, destacan entre otros los trabajos de Bergman and Hynén (1997) y McGrath y Lin (2001).

Un método para determinar efectos de dispersión es, por ejemplo, el siguiente: 1) se aplica el modelo estimado de los factores de localización estimados y se obtiene la estimación “ \hat{y}_i ”, 2) se calculan los residuales para cada “ y_i ” observada $e_i = y_i - \hat{y}_i$, 3) se estima la varianza de los residuales para el nivel alto (+1) y el nivel de cada uno de los efectos (J), que no fueron de localización, se designan $S^2(J^+)$ y $S^2(J^-)$ respectivamente, 4) se calcula $F_j = \ln[S^2(J^+)/S^2(J^-)]$, logaritmo natural del cociente de varianzas, para cada efecto J, que no sea uno principal de localización, 5) en una gráfica normal se discriminan los valores calculados F_j , para ver cuáles son sensiblemente diferentes de los demás. Montgomery (2013, pp. 271-273).

Una revisión del estado del arte respecto a la identificación de los efectos de dispersión en diseños factoriales sin réplica aparece en Bursztyn y Steinberg (2006); ellos concluyen que la identificación de efectos a partir de experimentos sin réplica es muy riesgoso; la condición básica para obtener algo exitoso es si se han identificado todos los efectos de localización y existe un efecto dominante de dispersión, en otros casos se pueden identificar equivocadamente efectos presentes que no lo son o perder efectos que realmente están presentes.

Existe otro método propuesto para identificar efectos de localización en la industria en forma rápida y económica, se le conoce en la literatura como el método de búsqueda de variables.

El método de búsqueda de variables

El método llamado de búsqueda de variables (*variable search*) es una técnica para identificar efectos de localización, es parte de un grupo de técnicas registradas y comercializadas por la firma Shainin LLC, fundada por Dorian Shainin. La técnica ha sido presentada y discutida en la literatura varias veces: Antony (1999), Bhote y Bhote (2000), Dasgupta *et al.* (2011), Ledolter y Swersey (1997), Logothetis (1990), Steiner, MacKay y Ramberg (2008); Con el tiempo las versiones del uso de la técnica han cambiado, especialmente en el valor de ciertos parámetros, se usará la versión de parámetros ofrecida por Dasgupta *et al.* (2011) por ser la más reciente, aunque estos autores descartan la etapa de análisis final para decidir los efectos activos, se usará la etapa de análisis.

La búsqueda de variables se puede enmarcar dentro de la metodología estadística conocida como análisis exploratorio de datos, EDA es su acrónimo en inglés, Tukey (1977); el análisis exploratorio de datos pospone los supuestos acerca del modelo que siguen los datos y permite directamente a los datos mismos que revelen su estructura y modelo, EDA es un modo de pensar de cómo examinar un conjunto de datos, qué buscar, cómo buscar y como interpretarlos. EDA es diferente del análisis estadístico clásico, la diferencia está en la secuencia y enfoque de los pasos intermedios; para el análisis clásico, la secuencia es: Problema => Datos => Modelo => Análisis => Conclusiones

Para EDA, la secuencia es Problema => Datos => Análisis => Modelo => Conclusiones. Esta discusión es un resumen de una más amplia de EDA que se puede encontrar en NIST/SEMATECH (2015).

La búsqueda de variables también supone el principio de escasez de efectos, pero lo identifican como principio de Pareto: “cuando varios actores compiten por un recurso limitado, al cabo de un tiempo unos cuantos acaparan la mayor parte del recurso”, en este caso la variación observada es el recurso limitado y los efectos “compiten” por producir la variabilidad, se espera que muy pocos efectos sean los causantes de la mayor parte de la variación observada. De hecho una causa dominante y una o dos que le siguen en importancia.

Esta noción de la causa dominante tiene como consecuencia que se puede ganar mucha información sobre esta causa mediante la comparación de unidades con valores extremos de la salida. Este uso explícito de este “aumento” es única para el método propuesto por Shainin; Shainin et al. (1997) se refieren a la comparación de unidades que son lo “mejor de lo mejor” (BOB) y lo “peor de lo peor” (WOW). Los valores de la causa dominante deben ser sustancialmente diferentes en estos dos grupos de unidades y por lo tanto serán identificables. Una ventaja de este

aumento es que se pueden eliminar familias de causas mediante investigaciones con muestras pequeñas de unidades extremas.

La búsqueda de variables está asociada con la llamada búsqueda de componentes, Shainin y Shainin (1988), parte del hecho de contar con unidades que pueden ser desensambladas y re-ensambladas sin daño ni cambio a cualquiera de los componentes de las unidades. Para iniciar se identifican dos unidades una BOB y otra WOW con valores en los extremos de la distribución de la variable de respuesta “y”.

Se dividen primero las causas en dos grupos: el ensamble y los componentes; Para eliminar las causas del ensamble, se desensambla y re-ensambla las unidades repetidamente y si los valores observados de “y” se mantienen, esta fase se llama de confirmación.

Para decidir la fase de confirmación se obtiene la mediana (M) y el rango (R) de las repeticiones de ensamble de las unidades, se calcula la diferencia entre las medianas de BOB y WOW $D_c = M_{BOB} - M_{WOW}$, se obtiene el promedio de los rangos $R_p = (R_{BOB} + R_{WOW})/2$; la diferencia D_c se espera que sea mayor que el rango promedio R_p , se calcula la razón D_c/R_p y si es mayor que un valor crítico se dice que la diferencia entre las unidades no se debe al ensamble. Dasgupta *et al.* (2011) dan el valor crítico en 1,07 y Antony (1999), Bothe y Bothe (2000) dan 1,25.

Se pasa al siguiente paso que es buscar en que componente esta la causa de variación, se empieza a eliminar cada uno de los componentes intercambiando entre la unidad BOB y la WOW. Si el intercambio no produce ningún cambio significativo se elimina el componente intercambiado de la lista de posibles causas. Los componentes que causen algún cambio significativo en el valor de la “y” se señalan como sospechosos, esta etapa se llama eliminación. Si el cambio significativo en la “y” ocurre en las dos unidades de tal forma que la mejor se comporta como la peor y la peor se observa como la mejor, el componente puede albergar la causa dominante.

Al final los componentes que quedaron se intercambian todos juntos para observar un cambio significativo en los valores de la “y” para los dos unidades, si esto ocurre el conjunto de los componentes identificados son los que causan la variación observada, esta etapa corona o cierra la búsqueda.

Para decidir eliminar o dejar un factor o componente, se usan límites de control construidos alrededor de las medianas de BOB y WOW. Para BOB los límites de control se especifican por: $M_{BOB} \pm 2.776R_p/d_2$ y para WOW: $M_{WOW} \pm 2.776R_p/d_2$; donde M_{BOB} y M_{WOW} son respectivamente las medianas de BOB y WOW, 2,776 es el valor de una distribución t con 4 grados de libertad para un extremo derecho de 0,025 (0,05/2), d_2 es a constante para estimar desviaciones estándar a partir de rangos medios, para una muestra de tamaño 3 se usa $d_2 = 1,693$.

Debido al intercambio en pares, es posible analizar todos los resultados al final con una técnica como el anova o la gráfica normal de efectos para estimar los efectos encontrados, a esta etapa se le llama de análisis. Bhotte y Bhotte (2000).

Descripción del Método

El método usado, fue estimar los efectos de localización en presencia de un efecto fuerte de dispersión y dos de localización, comparar los resultados usando un diseño factorial completo sin réplicas contra el método de búsqueda de variables, realizando simulación. Se esperaba que el método de búsqueda de variables fuera mejor o igual para identificar correctamente los efectos de localización, a pesar de la presencia de un factor activo de dispersión.

El método para identificar los efectos de localización fue estimar un modelo de regresión para los factores considerados y realizar la prueba de hipótesis, $H_0: \beta_j = 0$, del coeficiente estimado para cada factor, usando la prueba t de dos colas con alfa de 0,05; se llevó el registro de las veces que el factor resulto señalado significativo por el rechazo de la H_0 .

Caso simulado

Se tiene una variable “y”, del tipo mayor es mejor y se sospecha de cuatro factores como los posibles causantes de la variación observada: A, B, C y D; se obtienen de la operación normal del proceso una unidad con el valor más alto de “y”, BOB, y otra con el valor más pequeño (WOW).

Para la simulación se usó como modelo una ecuación que calcula la media, y favorece a las variables A y C para que sean seleccionadas como efectos importantes para la localización de la “y”; la dispersión está determinada por los niveles del factor B; D se espera que quede como un factor inerte.

La ecuación 1, muestra los valores usados para el cálculo de la media de “y”:

$$\mu_y = 6,6875 + 2,875A + 0,4375B - 2,125C + 0,6875D \text{ (ec.1)}$$

La desviación estándar se calculó con dos valores: 0,98 para el nivel bajo (-1) de B y 3,0 para el nivel alto (+1) de B. Se supuso una distribución normal. Este modelo fue la base para simular las observaciones en diseños de experimentos factoriales sin réplica y en las etapas de una búsqueda de variables, la simulación de cada uno de estos métodos se realizó mil veces.

Diseño factorial sin réplicas

Se realizó la simulación de un análisis de un diseño de experimentos factorial de dos niveles completo sin réplicas con 16 corridas, 2^4 . Para tener resultados comparativos de control para la técnica de búsqueda de variables.

Se obtuvieron las estimaciones de los coeficientes de los factores y la constante usando regresión lineal y realizando prueba de hipótesis t de dos colas se determinó si el factor era significativo (1) o no (0). Se usó una alfa de 0.05.

Búsqueda de variables.

Se seleccionó una combinación de valores altos y bajos que rindieran valores muy altos de “y” y muy bajos, para usarlos como BOB y WOW, la combinación BOB fue (A=1, B=1, C= -1, D= -1); la combinación WOW fue (A= -1, B= -1, C=1, D= -1); las combinaciones fueron seleccionadas después de correr la simulación del modelo para “y” y buscando entre todos los valores posibles los que resultaron el mayor y el menor de todos, en forma similar a la que se esperaría obtener en un ambiente industrial al seleccionar unidades de valor muy alto y valor muy bajo.

Se realizó la etapa llamada de confirmación para asegurar que los valores BOB y WOW no cambiaban y obtener los valores de las medianas y rangos de BOB y WOW, estos valores se usan para determinar si hay un cambio significativo o no, mediante límites de control construidos alrededor de las medianas BOB y WOW usando una estimación de la desviación estándar a partir del rango promedio de la etapa de confirmación.

Se hizo el intercambio en los niveles de cada uno de los factores y si se salían los valores de alguno de los límites se señaló como variable importante. Finalmente se hizo el intercambio simultáneo de los factores A y C para registrar si se presentaba un cambio significativo en el comportamiento de las unidades.

Finalmente se realizó un análisis de regresión lineal con los resultados obtenidos de las tres etapas, estimándose los coeficientes de los factores y realizando prueba t de dos extremos con una alfa de 0.05 y anotando si resultaba significativo o no el factor. Todo esto se corrió en simulación en corridas de mil observaciones; llevando registro de las decisiones tomadas acerca de los factores.

Si las decisiones acerca de los efectos de localización son mejores con la búsqueda de variables, se rompe la limitación encontrada en los diseños factoriales sin réplica que al estimar equivocadamente los efectos de localización no permiten una estimación correcta de los efectos de dispersión

Comentarios Finales

Simulación y resultados

Se corrieron mil simulaciones de ambos casos de análisis usando el diseño factorial fraccionado sin réplicas y usando el método de búsqueda de variables, y se llevó registro del número de veces que cada factor fue designado como significativo. En la tabla 1 aparecen en el renglón de medias, las proporciones de veces que se declaró significativo el factor correspondiente, así para D se lee 0,224 o 22,4%

	cte.	A	B	C	D
1000	1	1	0	1	0
Proporción	1	0,994	0,118	0,928	0,224

Tabla 1 Resultado de simulación para diseño factorial 2⁴ sin réplicas

Para el caso de la búsqueda de variables se observó primero en la etapa de intercambio las decisiones que sugerían un factor importante, activo, el resultado de las 1000 simulaciones se presenta en la Tabla 2, en el renglón de media aparece la proporción de veces que se declaró como importante un factor; así para D se reporta 0,195 o 19,5%; “cap” se refiere al intercambio simultaneo de los factores A y C para ver si producen un cambio en el comportamiento de “y”, se observó el 2,9% de las veces.

	A	B	C	D	cap
1000	0	0	0	0	0
Proporción	0,713	0,192	0,51	0,195	0,029

Tabla 2 Resultado de simulación para etapa de intercambio en búsqueda de variables

También se realizó una simulación de la etapa de análisis de la búsqueda de componentes, para esto se hizo una regresión lineal usando los resultados de las tres etapas anteriores, los coeficientes estimados se probaron con una prueba t de dos colas con alfa de 0.05; los resultados están en la tabla 3; el factor D en este caso aparece como completamente inerte pues nunca tuvo cambio de niveles, siempre estuvo en D = -1, el factor B aparece 12,5% de las veces elegido como significativo, en los resultados del diseño factorial sin réplica mostrado en la tabla 1 aparece B como significativo 11,8% de las veces; si se construye un intervalo de confianza para la diferencia de proporciones de B, entre la de tabla 1 y la de tabla3, con 95% de confianza (-0,0356350, 0,0216350), no hay diferencia significativa. También resulta que la proporción de veces que el diseño de experimentos factorial fraccionado identifica a C, como efecto activo de localización, es significativamente mejor.

	cte.	A	B	C	D
1000	1	1	0	1	0
Proporción	1	0,97	0,125	0,835	0

Tabla 3 Resultado de simulación de etapa de análisis de búsqueda de variables

Conclusiones

Comparadas las dos etapas de análisis para los dos casos, el diseño factorial sin réplicas y la búsqueda de variables, se puede decir que no se encontró que la búsqueda de variables mejore o iguale el desempeño para identificar los efectos de dispersión, pues necesita primero identificar correctamente los de localización; y que no se puede esperar cambios en la situación para estimar los efectos de dispersión.

Sólo hay que recordar que el esfuerzo para llevar a cabo una búsqueda de variables es menor que el que implica el diseño de experimentos, lo cual daría cierta ventaja. Pero en general el asunto de la estimación de efectos de dispersión de una forma económica y rápida necesita más exploración.

Recomendaciones

Las reglas que utiliza el procedimiento de búsqueda de variables fueron tomadas sin cuestionamiento alguno, la identificación de los factores realmente se realiza en la etapa de análisis, con la información obtenida en las etapas anteriores; Dasgupta *et al.* (2011) no continúan hasta esta etapa. Es interesante pensar que se pudiera encontrar una forma de afinarlas lo suficiente para mejorar sus porcentajes de acierto.

Referencias

- Antony, Jiju. (1999). "Spotting the key variables using Shainin's Variables Search Design". *Logistics Information Management*, Vol 12. Number 4, pp. 325-331
- Bhote, K. R. y Bhote, A. K. (2000). *World Class Quality*, Amacom: New York.
- Box, G. E. P. y Meyer, R. Daniel (1986) An Analysis for Unreplicated Fractional Factorials, *Technometrics*, 28:1, 11-18.
- Box, G. E. P. y Hunter, J. S. (1961) "The 2^{k-p} Fractional Factorial Designs," *Technometrics*, 3, 311-351, 449-458.
- Bergman, B. y Hynén, A. (1997). Dispersion effects from unreplicated designs in the 2^{k-p} series. *Technometrics*, 39, 191-198.
- Bursztyn, D. y Steinberg, D. M. (2006), Screening experiments for dispersion effects, in "Screening: Methods for Experimentation in Industry, Drug Discovery and Genetics", eds. Dean, A. M. and Lewis, S. M., Springer, New York, pp. 191-206.
- Dasgupta, Tirthankar; Adiga, Nagesh; Wu, C F Jeff (2011) Another Look at Dorian Shainin's Variable Search Technique. *Journal of Quality Technology*; Oct 2011; 43, 4; pp. 273-287
- Lenth, R. V. (1989). "Quick and Easy Analysis of Unreplicated Factorials". *Technometrics* 31, pp. 469-473.
- Hamada, M., Balakrishnan, N., (1998). Analyzing unreplicated factorial experiments: a review with some new proposals. *Statist. Sinica* 8, 1-38
- Ledolter, J. y Swersey, A. (1997). "Dorian Shainin's Variable Search Procedure: a Critical Assessment". *Journal of Quality Technology* 29, pp. 237-247.
- Logothetis, N., (1990). "A perspective on Shainin's approach to experimental design for quality improvement". *Quality and Reliability Engineering International*, 6: p. 195-202.
- McGrath, R. N. y Lin, D. K. J. (2001). "Confounding of Location and Dispersion Effects in Unreplicated Fractional Factorials". *Journal of Quality Technology* 33, pp. 129-139.
- Montgomery, D. C. (2013). "Design and analysis of experiments", 8Ed. Hoboken NJ: John Wiley & Sons.
- NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods, <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>, recuperado 10 de septiembre de 2015
- Shainin, D., Shainin, P. (1988). "Better than Taguchi orthogonal tables". *Quality and Reliability Engineering International*, 4:143-149.
- Shainin, P. D., Shainin, R. D., Nelson, M. T. (1997). "Managing statistical engineering". *51st Annual Quality Congress Proceedings, ASQC*, pp. 818-532.
- Steiner, Stefan H., MacKay, R. Jock y Ramberg, John S. (2008) "An Overview of the Shainin System™ for Quality Improvement". *Quality Engineering*, 20:1, 6 - 19
- Tukey, John (1977), *Exploratory Data Analysis*, Addison-Wesley

Notas Biográficas

El M.C. **Manuel Darío Hernández Ripalda** es profesor en el Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, su maestría la realizó en Investigación de Operaciones, trabaja en la Línea de Investigación de Estadística y Calidad, ha sido asesor de Seis Sigma y Estadística Aplicada en varias industrias. (Autor corresponsal)

El Dr. **Armando Javier Ríos Lira** es Profesor del Posgrado de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, plantel del Tecnológico Nacional de México, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con nivel de Candidato, acreditado como Profesor con Perfil Deseable del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP)

El Dr. **José Antonio Vázquez López** es Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, plantel del Tecnológico Nacional de México; Su doctorado lo realizó en Ingeniería Industrial y manufactura, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con nivel de Candidato, acreditado como Profesor con Perfil Deseable del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP)

El M.C. **Moisés Tapia Esquivias** es profesor en el Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, su maestría la realizó en Sistemas y Calidad en el ITESM, miembro del cuerpo académico "optimización de procesos de manufactura y servicios", cuenta con perfil deseable PROMEP, ha sido asesor de Seis Sigma y Estadística en varias industrias.

Efecto de los iones sulfato y fosfato en la fotocatalisis heterogénea

Dr. Israel Hernández Romero¹, M.C. Raúl Enrique Contreras Bermúdez², Ing. Eduardo Contreras Viveros³, Luis Valente Castillo Contreras⁴.

Resumen— En el presente trabajo muestra como la catálisis se encarga del estudio del fenómeno que se presenta en un sistema reaccionante al introducir una sustancia denominada catalizador, que da lugar a un camino alternativo al proceso de transformación química, tal alternativa lleva consigo a una modificación en la velocidad de reacciones. El sistema de reacción que se utiliza para la degradación fotocatalítica se lleva a cabo en un sistema de oxidación el cual consta de un reactor tipo batch y una lámpara de luz UV.

Palabras claves—Fotocatalisis, iones fosfato, iones sulfato.

Introducción

Existen dos tipos de catálisis que se emplean dentro de la industria química, la homogénea y la heterogénea, pero principalmente la que ha tenido mayor aplicación por ser más fácil la separación al final del proceso es la heterogénea. Se han aplicado a procesos para la obtención de gasolinas, limpiezas de corrientes de gas con azufre, en la industria automotriz siendo muy importantes en la conversión en los óxidos de nitrógeno y azufre en monóxidos de carbono y agua, esta provisto por un convertidor catalítico.

Actualmente se emplea en los procesos de oxidación avanzada para tratamiento de gases agua contaminadas con compuestos volátiles, pero para llevar a cabo este proceso denominado fotocatalisis se requiere tener ciertos factores que harán que se lleve a cabo el proceso con buenos resultados.

La importancia de este trabajo es determinar el efecto que originan los iones sulfato y fosfato en la fotocatalisis heterogénea.

La necesidad de preservar el medio ambiente ha llevado a la búsqueda de métodos eficientes para eliminar compuestos químicos generados por diferentes actividades del hombre. La contaminación del agua reviste gran importancia debido a que los contaminantes pueden acumular y ser transportados a arroyos, ríos, lagos, etc. Afectando a la vida silvestre y la salud del ser humano. Las fuentes más importantes de contaminación de aguas superficiales y subterráneas son los efluentes municipales e industriales.

La fotocatalisis es una reacción fotoquímica que involucra la absorción de la luz ultravioleta por parte de un catalizador o sustrato consistente en un material semiconductor. Durante este proceso tienen lugar reacciones tanto de oxidación como de reducción.

Por diversas razones, el proceso de tratamiento y/o purificación de aguas mediante fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio como catalizador es, hoy por hoy, una de las aplicaciones fotoquímicas que más interés ha despertado entre la comunidad científica internacional. Por un lado, la fotocatalisis heterogénea, a diferencia de la mayoría de los procesos fotoquímicos, no es selectiva y puede emplearse para tratar mezclas complejas de contaminantes.⁵

La creciente demanda de la sociedad para la descontaminación de aguas contaminadas de diversos orígenes, materializada en regulaciones cada vez más estrictas, ha impulsado, en la última década, el desarrollo de nuevas tecnologías de purificación.⁶

¹ El Dr. Israel Hernández Romero es Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, Zona Poza Rica – Tuxpan, Veracruz, México. huejutal@hotmail.com

² El MC. Raúl Enrique Contreras Bermúdez es Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, Zona Poza Rica – Tuxpan, Veracruz, México. quimico245@hotmail.com.

³ El Ing. Eduardo Contreras Viveros es Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, Zona Poza Rica – Tuxpan, Veracruz, México. mocma21@gmail.com.

⁴ Luis Valente Castillo Contreras es estudiante de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, Zona Poza Rica - Tuxpan, Veracruz, México. Valente_1994_28@hotmail.com (autor correspondiente).

⁵ Gálvez, J. (2001). Purificación de aguas por fotocatalisis heterogénea. Recuperado el 21 de septiembre de 2015 de <http://horus.psa.es/webeng/solwater/files/CYTED01/08cap03.pdf>.

⁶ Cruz, E. (2014). Degradación por fotocatalisis homogénea en reactor artesanal y heliofotocatalítico del 1-hidroxi-4-metilbenceno. Recuperado el 21 de septiembre de 2015 de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/4930>.

Descripción del Método

Preparación de la solución madre

Preparar una solución madre de 1000 ppm con el colorante a utilizar. Para ello se pesa 1 gramo de colorante azul mezclilla marca “mariposa” y se vierte dentro de un matraz volumétrico, se afora a 1000 mL con agua destilada y se disuelve completamente el colorante.

Curva de barrido

Para determinar la longitud de onda a la cual absorbe el colorante azul mezclilla de la marca mariposa se hará una curva de barrido.

La espectrofotometría se refiere a la medición de la luz que es transmitida como una longitud de onda. Estas mediciones de intensidad de luz transmitida por la muestra se denomina (I_s), la cual se encuentra relacionada con la intensidad de luz transmitida por el material de referencia a cual denominamos (I_r) o a su vez llamado blanco.

La transmitancia a su vez entonces tendrá relación entre I_s/I_r . Por la ley de Lambert Beer, la transmitancia (T) está relacionada proporcionalmente con la concentración (c) de las sustancias absorbentes y la longitud del paso de la luz (b) a través de la muestra que se utilizará.

Curva de calibración

Preparar una curva de calibración con concentraciones de 10, 20, 30, 40, 50 y 60 ppm, leyendo las muestras en un espectrofotómetro con longitud de onda correspondiente al colorante.

Operación del equipo

Se da el diagrama de proceso para realizar el comparativo de la degradación fotocatalítica de los iones sulfato y fosfato en un colorante comercial en medio acuoso, para el seguimiento de la reacción se utiliza el método espectrofotométrico, todo esto se observa en el figura 1.

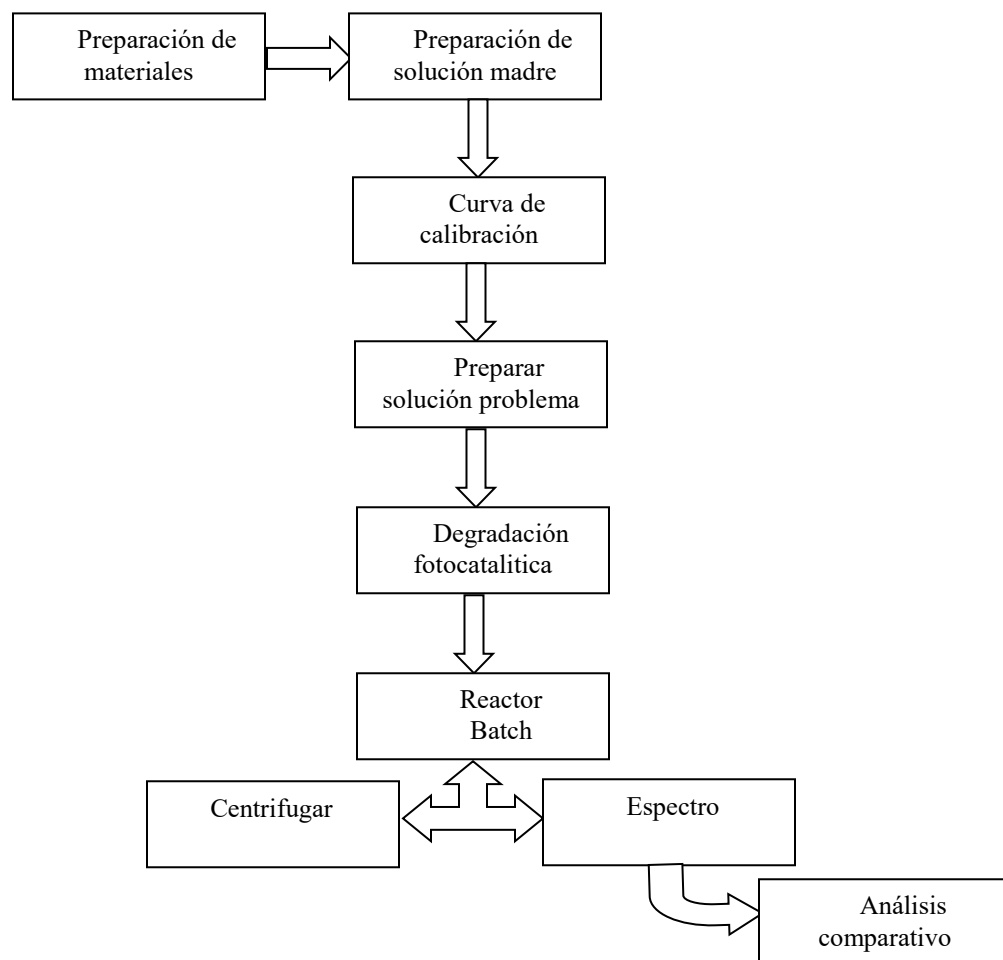


Figura 1. Diagrama del proceso de degradación fotocatalítica con iones sulfato y fosfato.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Se reportan los resultados obtenidos de los catalizadores con iones sulfato y fosfato en la degradación del colorante azul mezclilla “mariposa” en diferentes tiempos de reacción (10, 20, 30, 40, 50 y 60 min) haciendo un comparativo entre todas las reacciones para realizar el efecto que origina en el catalizador durante el proceso catalítico.

Se realizó con éxito la preparación de iones sulfato, el catalizador tiene forma de polvo ultra fino color blanco, posteriormente será usado para la degradación fotocatalítica del colorante, de la misma manera se realizó con éxito la preparación de iones fosfato el catalizador tiene forma de polvo ultra fino color crema, que también será usado para la degradación fotocatalítica del color.

Se preparó una solución de 1000 ppm de colorante azul mezclilla marca mariposa a partir de la cual se prepararon soluciones de 0 a 60 ppm para realizar las pruebas fotocatalíticas.

Se realizó una curva de barrido para determinar la longitud de onda a la cual se leerían las muestras obtenidas de la degradación fotocatalítica, se determinó que la máxima lectura de absorbancia fue de 0.098 la cual se registró una longitud de 570 nm, la cual se utilizó para leer las muestras obtenidas de la degradación fotocatalítica.

Se realizó la curva de calibración de 0 a 60 ppm de colorante azul mezclilla de la marca mariposa, de los datos obtenidos se observa que la calibración presenta una correlación lineal de 0.998, lo que significa que se tiene un 99.8% y puede ser utilizada para calcular las demás concentraciones,

Todo lo anterior se puede apreciar en la figura 2, donde se observa el comportamiento de la degradación fotocatalítica de cada uno de los catalizadores recuperados de TiO_2-SO_4 en diferentes tiempos. Se puede observar que conforme aumenta el tiempo de recuperación de cada catalizador disminuye el porcentaje de su degradación.

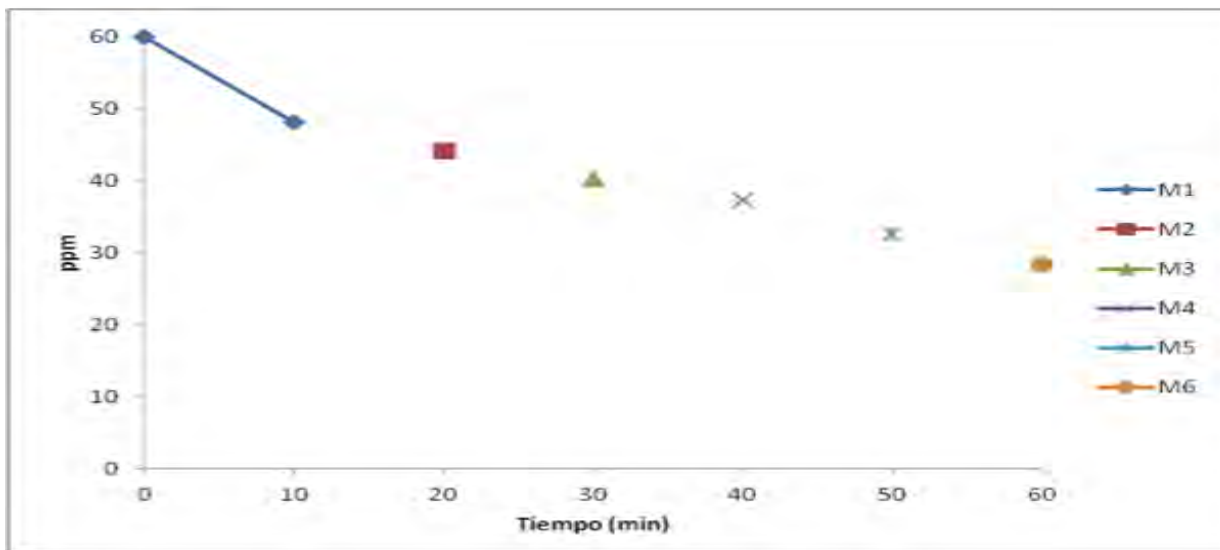


Figura 2. Análisis comparativo de la degradación fotocatalítica de los catalizadores recuperados de TiO_2-SO_4 a diferentes tiempos.

En la figura 3 se observa el comportamiento de la degradación fotocatalítica de cada uno de los catalizadores recuperados de $\text{TiO}_2\text{-PO}_4$ en diferentes tiempos. Se puede observar que conforme aumenta el tiempo de recuperación de cada catalizador disminuye el porcentaje de su degradación.

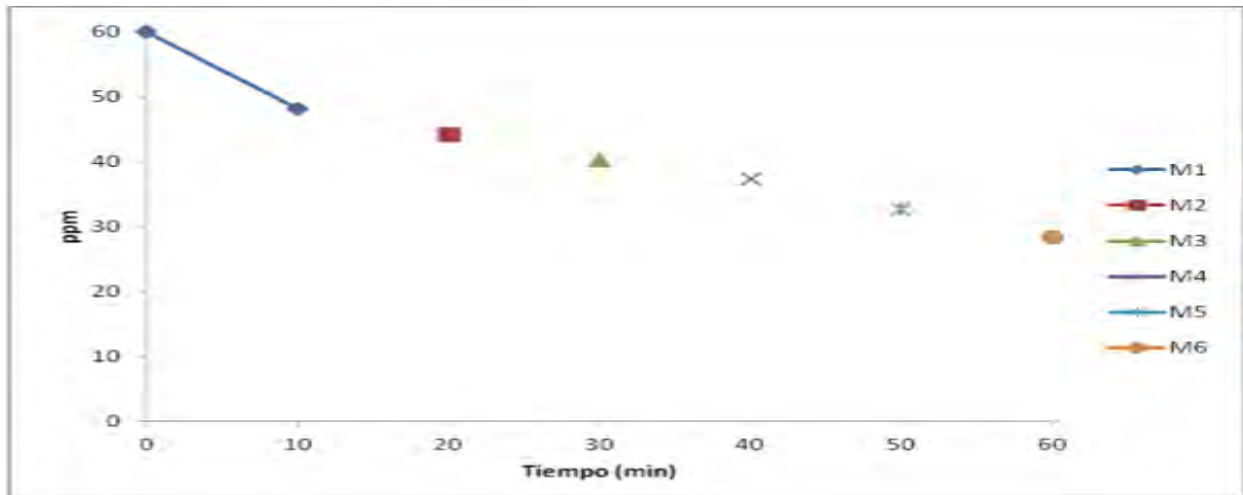


Figura 3. Análisis comparativo de la degradación fotocatalítica de los catalizadores recuperados de $\text{TiO}_2\text{-PO}_4$ a diferentes tiempos.

Se realizó con éxito la prueba de jarras a cada uno de los catalizadores $\text{TiO}_2\text{-SO}_4$ y $\text{TiO}_2\text{-PO}_4$ recuperados en determinados tiempos para tratar de determinar el tiempo de su precipitación y saber cuánto tarda el catalizador en separarse. En la figura 4 se observa la disminución del tiempo de precipitación conforme aumenta el tiempo de reacción.

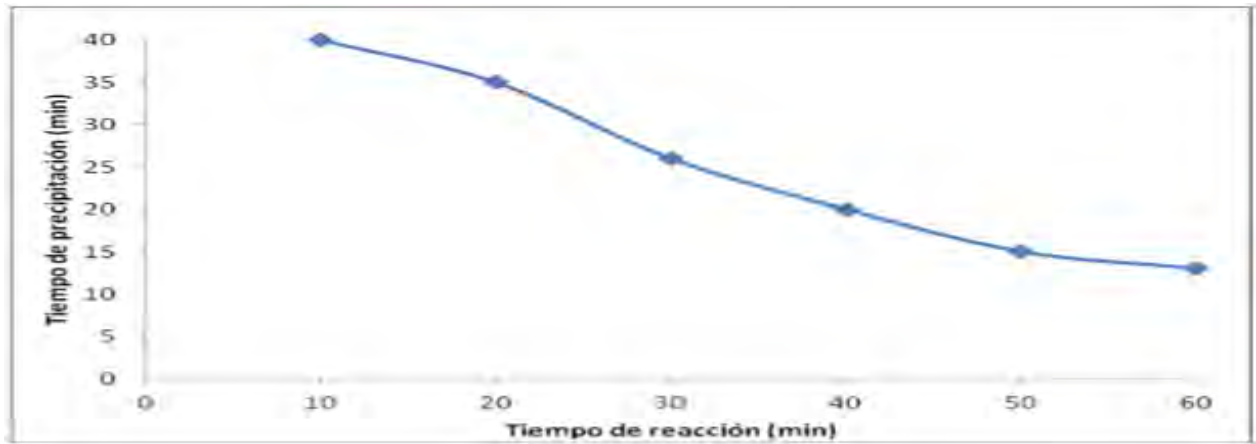


Figura 4. Tiempo de precipitación de los catalizadores $\text{TiO}_2\text{-SO}_4$ recuperados.

En la figura 5 de la misma manera se observa la disminución del tiempo de precipitación conforme aumenta el tiempo de reacción.

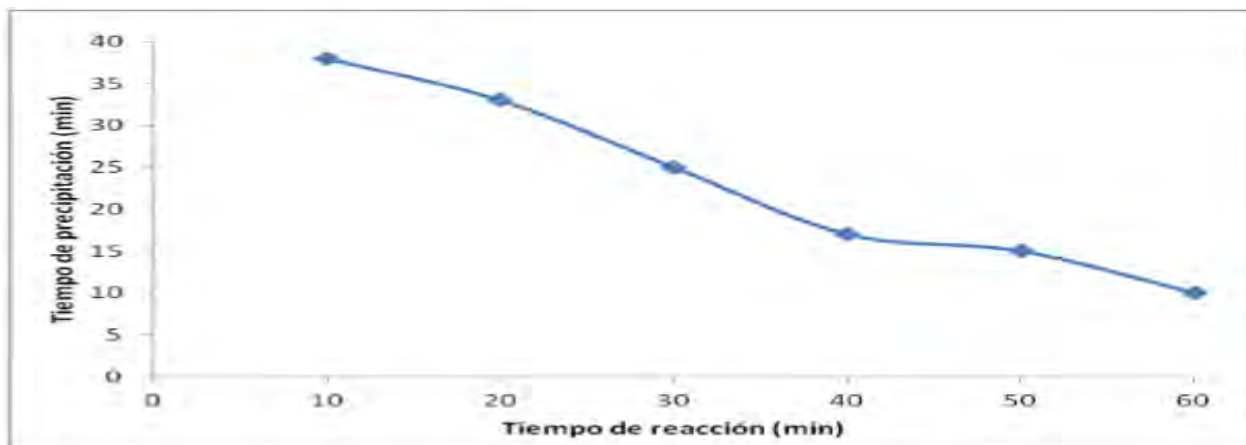


Figura 5. Tiempo de precipitación de los catalizadores $\text{TiO}_2\text{-PO}_4$ recuperados.

Se midió el pH de las reacciones $\text{TiO}_2\text{-SO}_4$ y $\text{TiO}_2\text{-PO}_4$ cada 10 minutos, después de centrifugar las muestras, obteniendo los siguientes resultados en las figuras 6 y 7.

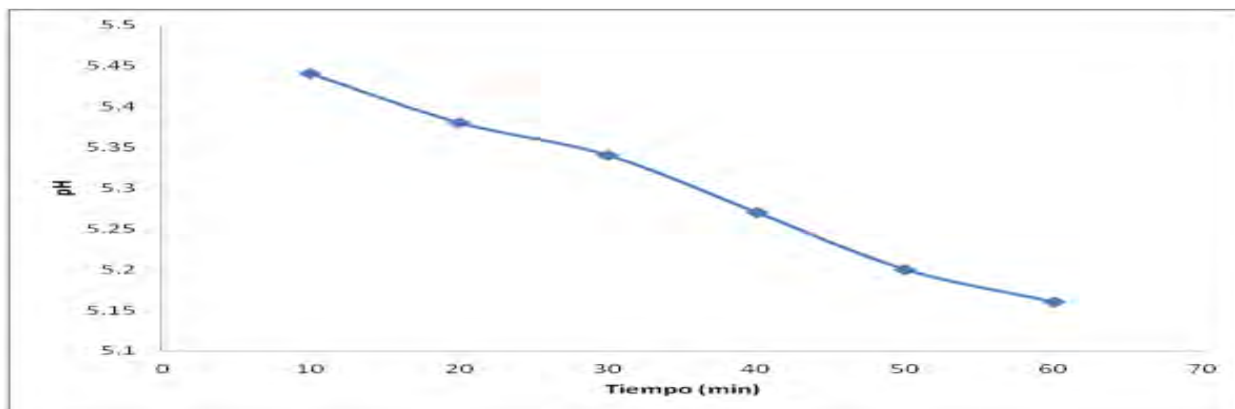


Figura 6. pH de las reacciones $\text{TiO}_2\text{-SO}_4$ a los diferentes tiempos dados.

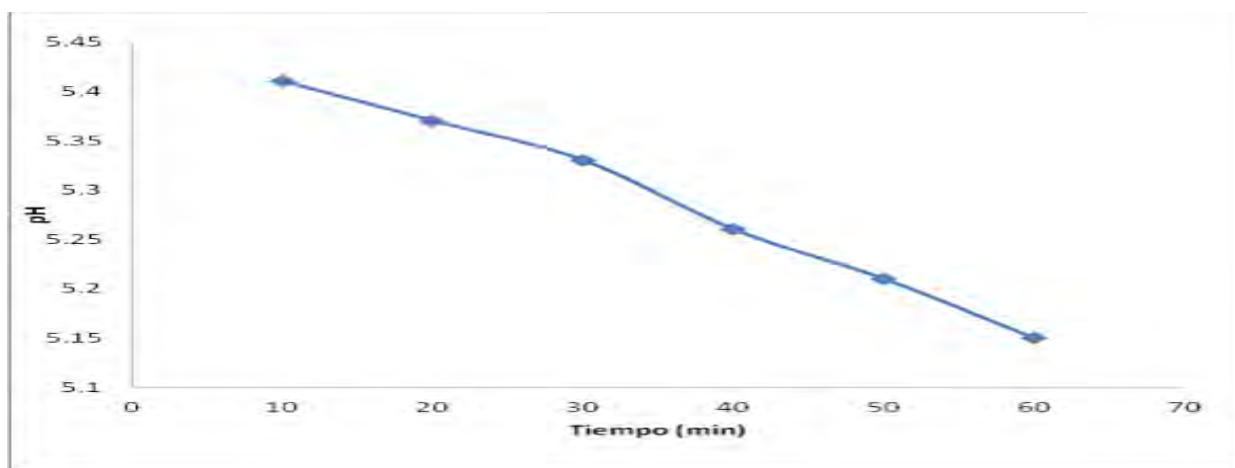


Figura 7. pH de las reacciones $\text{TiO}_2\text{-PO}_4$ a los diferentes tiempos dados.

Se puede observar en la figura 6 y 7 la disminución del pH conforme aumenta el tiempo de muestreo, lo cual no indica un aumento en la acidez de las soluciones.

Conclusiones

Se logró la preparación de los iones sulfato y fosfato para su utilización en el proceso de la fotocatalisis heterogénea. Para realizar este proceso se requirió obtener una curva de calibración con un 99.8% de confiabilidad lo cual indica la seguridad para la lectura de los datos del proceso de decoloración obtenidos a 570 nm como máxima absorbancia en el barrido utilizando el espectrofotómetro.

De esta manera se logró la degradación fotocatalítica del colorante azul mezclilla marca mariposa, utilizando como sistema de reacción el medio de oxidación de un reactor tipo batch en presencia de luz UV con todas las condiciones de operación, utilizando $\text{TiO}_2\text{-PO}_4$ y $\text{TiO}_2\text{-SO}_4$ como catalizadores. Comprobando su eficiencia así como en los recuperados en diferentes tiempos (10, 20, 30, 40, 50 y 60 min) haciendo un comparativo entre todas las reacciones para analizar el efecto que origina en el catalizador durante el proceso catalítico obteniendo como resultados para ambos catalizadores que conforme aumenta el tiempo de recuperación de cada catalizador disminuye el porcentaje de su degradación determinando que el $\text{TiO}_2\text{-PO}_4$ degrada más rápidamente que el $\text{TiO}_2\text{-SO}_4$, además de observar que a medida que aumenta el tiempo de contacto del catalizador con el colorante azul mezclilla mariposa, este va disminuyendo de la coloración además de poder observarse aglomeración de partículas para ambos catalizadores.

Finalmente cabe mencionar que se lograron los efectos ocasionados por los iones sulfato y fosfato en las reacciones fotocatalíticas, siendo un proceso que se basa en la absorción directa o indirecta de energía radiante (visible o UV) por un sólido (el fotocatalizador heterogéneo, que normalmente es un semiconductor de banda ancha).

La fotocatalisis heterogénea, a diferencias de los procesos fotoquímicos, no es selectiva y puede emplearse para tratar mezclas complejas de contaminantes. Por otro lado la posibilidad de la utilización de la radiación solar como fuente primaria de energía, le otorga un importante y significativo valor medio ambiental; el proceso, constituye un claro ejemplo de tecnología sostenible.

Referencias

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

Implantación de las tutorías en las IES: La Universidad Veracruzana – Sistema de Enseñanza Abierta

Mtra. Mareza Hernández Sandoval¹, Mtro. Francisco Lendechy León² y Mtra. Juana Velásquez Aquino³

Resumen: La modernización educativa instituida como política en los últimos sexenios compromete a las IES a elevar la calidad educativa, de esta manera la Universidad Veracruzana responde a esta invitación e implementa una estrategia como apoyo en el proceso escolar: los programas de tutoría con el objetivo de mejorar en los estudiantes su aprendizaje y rendimiento académico. El Sistema de Enseñanza Abierta de la U.V., acorde con sus características particulares propone impulsar la Tutoría Virtual.

Palabras claves.- Estrategia, Tutoría, Asesoría, Orientación, SEA. PAFI

Introducción

A partir de las lecturas sobre el desarrollo de la declaración Mundial de la Educación y La Tutoría en las Universidades del Sistema Educativo Mexicano durante el siglo XX, surge el objetivo de este trabajo centrado en tres preguntas importantes ¿Existe congruencia entre el contexto de la educación superior y las políticas educativas? En el marco del Compendio de la Declaración Mundial sobre la Educación Superior, de conformidad con el párrafo uno del Artículo 26 de la Declaración Universal de Derechos Humanos contiene las propuestas de políticas para los primeros años del siglo XXI se encuentra un grado desmedido de continuidad por superar las limitaciones del gobierno en cuanto a considerar si la realidad mexicana, según la Constitución Política, debe ser multicultural, entonces no hay congruencia entre este contexto y la reforma educativa única para todo el país. Todos los estados, desde nuestro entender, de acuerdo a las condiciones culturales e indivisibles que luchan por adaptarse a las necesidades de su desarrollo.

Esto nos remite al punto uno en donde el párrafo uno del Artículo 26 de la Declaración Universal de Derechos Humanos, alude que el acceso a la educación superior ha de ser igual para todos estudiantes sin ninguna discriminación en raza, sexo, idioma, religión, economía, cultural o social, ni en discapacidades físicas, porque cada uno de ellos son “participantes esenciales y protagonistas responsables del proceso de renovación de la educación superior”. (p.3)

Con esto se señala que la educación podría contribuir a esta reforma si se adaptara a las necesidades de la economía o de satisfacción en todos los ámbitos de la vida encontrando un nuevo sentido de su misión intelectual y social.

Este énfasis diversifica los modelos de educación superior, así como los métodos y criterios de acceso, los cuales son indispensable para brindar a los estudiantes las bases y la formación necesarias para entrar en el siglo XXI., esto es “Los educandos han de disponer de una gama óptima de posibilidades de educación así como la adquisición de saberes y de conocimientos prácticos a lo largo de toda la vida”, pero esto no podrá ser si no se entiende la importancia de la formación del personal docente de la educación superior que versa con directrices claras hacia la actualización y mejora de sus competencias, condición profesional para la innovación permanente que garantizan docentes de excelencia (Recomendación aprobada por la Conferencia General de la UNESCO en noviembre de 1997).

Con el ingreso de España al marco Europeo superior afectó a nuestras universidades y concretamente al papel del estudiante y a las funciones del profesorado universitario, entre las cuales se encuentra el eje central de este trabajo: su acción tutorial. García Nieto, N., Asensio Muñoz. I., Carballo Santaolalla, R., García García, M., Guardia González, S. (2004).

La tutoría se define como la atención personalizada que realiza un académico denominado Profesor tutor, dirigido a apoyar a los estudiantes que así lo requieran, en fortalecer sus procesos de aprendizaje relacionados con los saberes teóricos y heurísticos de las experiencias educativas (EE), o bien que tengan interés en una formación disciplinar más amplia, a través del desarrollo de Programas de Apoyo a la Formación Integral (PAFI).

Clarificando la misión que deben desempeñar las IES de nuestros días, la Universidad Veracruzana destaca el rol y la función del personal académico.. Esta misión se basa en la Conferencia de Presidentes de las Universidades que tiene como resultado un proyecto que comprende el aprendizaje a lo largo de la vida.

Para promover dicho aprendizaje se consensuaron una serie de medidas prácticas, entre las que resalta:

Ofrecer una mejor información y orientación a los estudiantes potenciales. Esto es consecuencia de los compromisos adquiridos por España e implantado en nuestro sistema educativo (REAL DECRETO 1125/2003), el crédito europeo, definido como la unidad de medida del haber académico.

Este importante cambio incluye una nueva concepción de la función de los profesores de las IES en donde esta estrategia pretende alcanzar especial relevancia pero para el SEA, las actividades desempeñadas por los docentes, la asesorías y orientación lograba algunas de sus metas establecidas. Estas actividades eran:

- Acompañar académicamente a los estudiantes a lo largo de su trayectoria escolar
- Brindarles los servicios de apoyo para mejorar su aprendizaje y rendimiento académico.
- Los estudiantes lograran alcanzar su meta

Estas asesorías eran solicitadas con antelación con el profesor de la materia; de esta manera se creaba un clima positivo, en donde se manifestaba la sensibilidad hacia las necesidades y problemas planteados por cada estudiante en la trayectoria de su carrera, estimulándolo y, encauzándolo con esa atención personal, pero sin perder los márgenes necesarios de autonomía, creatividad, etcétera. De esta manera se conseguía que el estudiante desarrollara al máximo sus potencialidades y recursos.

No hay duda que para incrementar la calidad de la educación mexicana y de acuerdo a los criterios señalados por la UNESCO tiene que aplicarse la capacitación en profesores, pero esta función se dio al crearse dicho sistema precisamente por sus características con el firme propósito de extender una educación de calidad que insertara a los estudiantes, que por diversas causas no concluyeron sus estudios, a una sociedad moderna exigente.

La dinámica particular de este sistema no adoptó esta estrategia porque ya la venía ejerciendo.

Queda claro que de la Reforma Educativa emerge una nueva enseñanza universitaria, a la cual nos adaptamos, y que conlleva el proceso de desarrollo de competencias que supone nociones integradoras que implican la reflexión sobre el propio proceso de aprendizajes fundamentales que constituyen, estamos seguros, los objetivos de la educación del presente siglo, en tanto que funcionan para cada estudiante como pilares del conocimiento a lo largo de toda la vida, estos son: Aprender a conocer, Aprender a Hacer, Aprender a Ser y a convivir con los demás. Delor's (1996.) Aquí destaca el rol del profesor, señalado líneas anteriores, pero con un nuevo rol: tutor--asesor-orientador de la población estudiantil que en ningún momento se dejaron a un lado

Las universidades del país consecutivamente proponen innovaciones como mejoras en los procesos educativos siempre con la mira de abastecer a la comunidad estudiantil una educación de calidad. Con esto pretenden que el aprendizaje sea integral, es decir, que vaya más allá de la mera adquisición de conocimientos, sino también destrezas, habilidades y que muchas veces implican proponer o solucionar problemas, así como también la deserción, la reprobación y eficiencia terminal. Acto que se realiza en el sistema.

Lázaro (2003) señala que dentro del ámbito educativo es de gran importancia el profesor-tutor pensado como aquel que tiene especialmente encomendado a un estudiante (o grupo de estudiantes) para asesorarlo (s) y ayudarlo (s) durante su proceso educativo. Profesor que, a la vez y en paralelo a las funciones de docencia, lleva a cabo también un conjunto de actividades de tipo formativo y orientador desde hace 35 años.

Concebido así podemos afirmar que la tutoría que la Universidad Veracruzana propone se ha realizado con éxito durante varias generaciones cuyo propósito, palabras más, palabras menos se une al propósito que hoy se señala coadyuvar a incrementar el éxito académico del estudiante al adquirir pero ahora subrayando las competencias necesarias, aquí surge la pregunta que no hemos encontrado entre líneas ¿Qué problemáticas se asocian a la necesidad de implementar ahora los programas de tutorías en las Universidades?

Pensamos que las evidencias que existen en los resultados de su aplicación, no queda claro en cuanto al mejoramiento o no de la calidad educativa. Por lo menos en la carrera de pedagogía en donde la mayoría sino en toda si la mayoría de la comunidad estudiantil afirma generación en generación que se ha dado un retroceso de esta asesoría porque "no es como antes, por ejemplo el profesor de la materia impartida comunicaba a todo el salón el horario en que, necesitaríamos o no, se encontraba en casa SEA así como los días y uno podía ir y nos atendían en grupo o individualmente. Ahora debe ser en determinada hora y día y uno como no es de aquí es difícil ponerse de acuerdo. Esto no desmerece que nos atiendan pero hay mayor dificultad de acuerdo". que Por lo tanto, consideramos necesaria una investigación de la aplicación de la tutoría con el fin de conocer si el desempeño académico de los estudiantes ha modificado las variables que dieron pie a esta estrategia.

Planteado de esta manera, y desde nuestra experiencia, hemos identificado algunos otros obstáculos que dificultan estos programas de tutoría, entre ellos: la mayoría de estudiantes que consideran que no tienen ninguna necesidad de guía programada, aún cuando están en riesgo, o tienen dificultad con un profesor o no tiene dinero para venir o para estar solicitando hora o día debido a que la mayoría trabaja entre otros, por ejemplo: tiempo, trabajo, traslado, carisma del tutor, dinero, lejanía, etcétera. En cuanto a nosotros los docentes, sabemos que dentro de esta nueva función está:

- La Elaboración de un manual del estudiante redactado de manera amigable que le brinde bases y criterios

para transitar con éxito y responsabilidad por la institución.

- Consolidación del Sistema Institucional de Tutorías con criterios y consideraciones para la docencia y tutoría en la universidad.
- Integración de los tutores al acceso de indicadores relativos a la trayectoria escolar del estudiante para fortalecer el programa de tutorías.
- Reformulación del programa “Conoce tu Universidad”, de acuerdo con los objetivos de la Institución.
- Implementación de apoyos y servicios a los estudiantes en “desventaja” (económica, de salud, de origen étnico, con capacidades diferentes, etcétera).

Pero consideramos a este conjunto de actividades más que nada en un burocratismo .

Años atrás se orientaban en el nivel cognitivo, emotivo y social; entre ellos aclarar si lo consideraban necesario los el plan de estudios, los prerrequisitos de un curso a otro, aligerar ciertas o determinadas dificultades dentro de los conocimientos, ayuda para el nivel académico y a quienes lo solicitaran ayuda personal, incluso con préstamos de libros, asistencia y orientación de biblioteca para lograr el mayor rendimiento y con él su propósito original: terminar su carrera y lograr su titulación.

Sin embargo, comprometidos con la invitación de las autoridades y desde el contexto que da inicio a este trabajo y con base a la afirmación de Echeverría (1993) que la tutoría universitaria “es la actividad del profesor-tutor encaminada a propiciar un proceso madurativo permanente, a través del cual el estudiante universitario logre obtener y procesa información correcta sobre sí mismo y su entorno” nos sumamos para integrarnos dentro del papel que esperan como profesores-tutores universitarios debemos realizar y máximo ahora, con la incorporación de las tecnologías, el avance de la información y cobertura en la comunicación dentro de la innovación educativa.

Sin embargo, pensamos que los pasos anteriores serán más fáciles si trabajamos bajo la modalidad virtual, dadas nuestras condiciones, como anteriormente lo señalamos, y con base en esta propuesta estar más cerca de los estudiantes del Sistema de Enseñanza Abierta. Apostamos que de esta forma resolveremos algunas de las inconsistencias de esta nueva estrategia. Confiamos que dicha modalidad representa una oportunidad favorable para ambos actores tutor-tutorado, respecto a favorecer el proceso educativo con un verdadero espíritu y perfil universitario avalado y certificado por la Máxima casa de estudios en Veracruz.

Esto no será, de ninguna manera, difícil porque el 90% de los profesores han procurado cursar y acreditar lo referente a las nuevas tecnologías Eminus, contextos de aprendizaje, biblioteca virtual, la inclusión a discapacitados, la calidad del docente, etcétera por lo que nuestra labor será complementada con ello.

En estos ambientes de aprendizaje, es fundamental tener siempre presente al estudiante para que haya articulación con la investigación y proponer innovaciones educativas. Así el docente generará intervenciones educativas que favorezcan los procesos de aprendizaje y a partir de ellos erradique las problemáticas particulares de la comunidad estudiantil. De esta manera se favorecerá la articulación Tutor-asesor-orientador.

Desde esta perspectiva se respondió y se responde a la dinámica de las autoridades del sistema preocupados estar a la par de la revolución científico-tecnológicas de la época, sin mirar atrás que los profesores de este sistema han sido impulsores del cambio científico.

Sin tanto papeleo el diseño, registro y validación que ahora solicitan, se llevó con la intención no sólo de orientar a los estudiantes sino apoyarlos en durante su permanencia escolar.

Algunas características del profesor de enseñanza abierta

Atender problemáticas relacionadas directamente con el conocimiento, ahora, saberes teóricos, heurísticos y axiológicos.

Asesoramiento individual, o en pequeños grupos de acuerdo a las necesidades. Ahora, según el tipo de necesidades que sean detectadas en los estudiantes.

Actividad extracurricular, es decir, no otorga créditos a los estudiantes. Ahora, otorga puntaje a los profesores

Desarrollarse de manera general. Ahora, desarrollarse bajo un proceso educativo flexible, con una enseñanza personalizada a las necesidades y características de los estudiantes.

Diseño

Asesoría y orientación de manera general. Ahora, El diseño de un PAFI implica presentar una propuesta original para apoyar a los estudiantes en el desarrollo de saberes teóricos y heurísticos en los cuales estos presentan alguna problemática, no se trata de repetir un programa igual de extenso o complejo como el que ya existe, sino que se promuevan estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje distintas. En este sentido, el Profesor tutor debe:

a) Realizar una evaluación que le permita conocer las áreas de conocimiento donde los estudiantes presentan alguna dificultad, esto puede ser a través de una entrevista, un examen o alguna otra fuente de información, tales como: los informes de su trayectoria escolar, los reportes de los tutores académicos, información generada de las reuniones de academia, información sobre los índices de reprobación, una entrevista con el docente titular de la EE, entre otros.

b) Revisar el programa de la EE y la relación de conocimiento que guarda con todo el plan de estudios, es decir,

identificar los pre-requisitos y co-requisitos de la EE y su vinculación con otras EE que pueden estar ubicadas en la misma área de conocimiento o bien en una diferente, esto permitirá definir con mayor precisión el alcance del PAFI.

Registro

- a) El Profesor tutor deberá realizar la planeación y diseño de su PAFI, y entregar el documento al Coordinador del sistema tutorial del programa educativo para que sea enviado a la Academia por área de conocimiento correspondiente para su aval.
- b) La Academia correspondiente entregará el aval y observaciones del PAFI al Coordinador del sistema tutorial.
- c) Al concluir el PAFI, el Profesor tutor deberá realizar un informe que incluya el desempeño de los estudiantes en el PAFI.
- d) El Consejo Técnico u Órgano Equivalente de cada entidad deberá definir y difundir en qué casos puede ser permitido, que el docente de una experiencia educativa sea el mismo que imparta un PAFI, considerando prioritariamente las necesidades de los estudiantes, la disponibilidad del personal académico, y tomando en cuenta que los PAFI no son una estrategia para que un académico concluya el programa de su experiencia educativa.

Validación

- a) Dos semanas después de concluir el PAFI, los académicos deberán entregar al Coordinador del sistema tutorial de su programa educativo: la planeación y diseño del PAFI, el informe y la lista de asistencia con la firma de los estudiantes
- .b) Al final del periodo escolar, el Coordinador del sistema tutorial enviará al Consejo Técnico u Órgano Equivalente para su conocimiento y validación:
 - o La planeación y diseño del PAFI,
 - o El informe,
 - o La lista de asistencia con la firma de los estudiantes, y
 - o El aval de la Academia por área de conocimiento al que corresponda el PAFI
- c) El Consejo Técnico u Órgano Equivalente deberá avalar la actividad realizada a partir de los documentos presentados y considerando que:
 - Los académicos que realicen esta actividad no recibirán ninguna remuneración económica.
 - Podrán participar en el diseño, impartición y evaluación de un PAFI hasta tres académicos.
 - Un PAFI puede desarrollarse con un mínimo de 10 horas y un máximo de 50 horas por periodo escolar. Aún cuando el académico puede tener asignado un monitor que lo apoye en la impartición del PAFI, esto no implica que lo sustituya.
 - Los PAFI deben ser avalados por la Academia del área de conocimiento correspondiente, preferentemente antes de su impartición.
 - Un PAFI puede iniciarse en cualquier momento del periodo. Las sesiones del PAFI deben planearse en espacios que no afecten los horarios de las experiencias educativas que cursan los estudiantes en el periodo, y no deben traslaparse con los horarios en los que el académico tenga carga frente a grupo.
- d) Una vez que el Consejo Técnico, u Órgano Equivalente, avale la actividad tutorial, el coordinador del sistema tutorial, deberá enviar a la coordinación del SIT, en las fechas establecidas, los siguientes documentos:
 - o Copia del acta de Consejo Técnico que avale la actividad tutorial concluida,
 - o Copia de la planeación y diseño del PAFI,
 - o Copia de la lista de asistencia con la firma de los estudiantes.

En caso de no presentar lo anterior en los tiempos establecidos, no se validará la actividad de Enseñanza Tutorial. Las situaciones sobre el registro y validación de los PAFI no previstas en el presente documento, serán resueltas por la Dirección General de Desarrollo Académico a través de la Coordinación del Sistema Institucional de Tutorías.

Pero esto definitivamente no conlleva a una educación de calidad, si queremos entender que la formación del personal docente de la educación superior versa con directrices claras hacia la actualización y mejora de sus competencias, condición profesional para la innovación permanente que garantizan docentes de excelencia. La excelencia se debe concebir en las actitudes que el docente debe presentar ante los estudiantes sin importar su condición física, económica e intelectual. Actitudes que demostrarán congruencia, apertura, flexibilidad, aceptación, interés, confianza, tolerancia, respeto, etcétera que los profesores del SEA demuestran en el acompañamiento de los estudiantes, los cuales se sienten motivados, aceptados, comprendidos, orientados y asesorados para concluir sus estudios.

Por lo que la importancia de la formación del personal docente de la educación superior no debe ser administrativa, sino de desarrollo humano.

Bibliografía

- Beltrán, J. y Suárez, J. (2003). El quehacer tutorial. Guía de trabajo. Disponible en http://www.uv.mx/dgda/tutorias/academicos/documents/Elquehacertutorial_000.pdf Páginas a revisar: 13-35
- Conferencia General de la UNESCO en noviembre de 1997).
- García Nieto, et al. La Tutoría universitaria ante el proceso de armonización europea. Revista de Educación, núm. 337 (2005), pp. 189-210.
Fecha de entrada: 11-04-2005 Fecha de aceptación: 10-05-2005
- López, A. (2003). La tutoría en la Universidad. Primer foro institucional de tutoría académica. Disponible en <http://148.202.105.12/tutoria/pdf/f010301.pdf> Páginas a revisar: 1-5
- UNESCO. (1998). Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001163/116345s.pdf> Páginas a revisar: 2-3
- Delors, J. (2009). La educación encierra un tesoro. Disponible en http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF Páginas a revisar: 14-28
- Dorantes, L (2013) Apuntes para el THPCyC (Manuscrito no publicado) México: Facultad de Psicología, UV.
- Romo, A. (2010). La percepción del estudiante sobre la acción tutorial, Modelos para su evaluación. México, D.F.: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, Dirección de Medios Editoriales. Páginas a revisar: 15-29.
- SEP. (2007). Programa Sectorial de Educación, 2007-2012.
- Disponible en: <http://basica.sep.gob.mx/reformaintegral/sitio/pdf/marco/PSE2007-2012.pdf> Páginas a revisar: 15-17
- García, N. et al (2004). Guía para la labor tutorial en la Universidad, en el espacio europeo de educación superior. Madrid.
- Disponible en: http://calidad.ugr.es/pages/secretariados/form_apoyo_calidad/docs/materiales-iniciacion/tutoriauniversitariad135/ Páginas a revisar: 3-20

Referencias en internet

Wikipedi. La enciclopedia libre; consultado en <http://es.wikipedia.org/wiki/Par%C3%A1frasis>, el 10 de abril de 2013.

Reciclado de aluminio una opción para diseñar material didáctico para la carrera de Ingeniería Industrial

Jorge Hernández Santana M.C.¹, Marco A. Rodríguez Mejía M.C.^{2,3} Salvador Valencia Méndez LIC.,⁴ Javier A. Rodríguez Teliz ING.

Resumen—El presente trabajo describe la importancia de diseñar material didáctico que ayude al desarrollo de las prácticas que realizan los alumnos en la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Iguala y que requieren de material de aluminio. De igual manera se contribuye a la instrucción, educación y capacitación de cómo llevarlo a cabo, puesto que el reciclar las latas de aluminio que se consumen en el plantel y convertirlas en material de trabajo estaremos contribuyendo a minimizar los costos que se generan por la compra que se hace y en alguna medida reduciendo la generación de desechos en nuestro plantel.

Palabras clave— Material didáctico, Aluminio, Reciclar, Ingeniería Industrial, Alumnos.

Introducción

Las latas de aluminio son de los materiales más frecuentemente reciclados, esto se debe a que es más económico y toma menos energía reciclar el aluminio, se pueden cortar en trozos del mismo tamaño, limpiar y comprimir en bloques para proceder a su reciclado.

Este proyecto pretende que el alumno tenga un enfoque de las actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades y el aprendizaje para la comprensión, identificación, experimentación y manejo de procesos y tratamientos térmicos como lo es la fundición, de tal manera que propicie procesos intelectuales donde el alumno deduzca y analice actividades que no sean meramente teóricas y que tengan la oportunidad de conceptualizar a partir de lo observado.

Es muy importante que el estudiante adopte de manera permanente y necesaria la recolección y recuperación de productos desechables renovables como lo es el aluminio, es decir, que recicle, que comprenda la importancia de generar sus propios recursos con procesos como la fundición que permitan obtener materia prima y al mismo tiempo la aplicación de sus conocimientos en los diferentes cambios de forma que pueden llegar a presentar.

Estas actividades se orientan a minimizar los costos de obtención de materia prima y a contribuir con el medio ambiente dado que al reciclar las latas usadas economizamos espacios destinados para ello, y también ayudamos a minimizar el uso de energía eléctrica para que se fabriquen latas nuevas, o sea que se ocupen materiales vírgenes.

Los conocimientos que obtiene el alumno dan certeza de que los procesos de manufactura en la utilización de aluminio no tan solo pueden ser teóricos o fuera de su alcance si no que se obtienen de manera fácil o sencilla y principalmente prácticos. El aluminio, aunque es muy cuantioso en nuestro planeta, resulta muy caro extraerlo, si reciclamos aluminio tendremos un ahorro en el costo de la energía, además de que es un material que no pierde propiedades después de varios procesos de reciclado, por tanto, podremos fundir nuevamente las piezas elaboradas en las prácticas de Ingeniería Industrial cuantas veces sea necesario y reprocesar ese mismo material con otro tipo de diseño que se ajuste más apropiadamente a la necesidad de las prácticas con respecto a lo que se pretenda desarrollar con respecto a los contenidos temáticos de cada materia en cuestión. Todo ello hace que prácticamente la totalidad del aluminio empleado reciclado.

¹Jorge Hernández Santana es profesor del Instituto Tecnológico de Iguala, Guerrero, México, hersan64@hotmail.com
(autor corresponsal)

²Marco A. Rodríguez Mejía M.C. es docente del Instituto Tecnológico de Iguala, Guerrero, México, mojalito17@hotmail.com

³ Salvador Valencia Méndez es docente del Instituto Tecnológico de Iguala, salvador.valencia@itiguale.edu.mx

⁴ Javier A. Rodríguez Teliz es docente del Instituto Tecnológico de Iguala, cheteliz@gmail.com

Desarrollo

La Metodología utilizada en esta investigación es un proceso de cambio de forma tomando en cuenta la facilidad de reciclaje que tiene el aluminio que ocupamos como lo es las latas de ese material puesto que esta materia prima es desechada rápidamente y se presenta en grandes cantidades en el flujo de residuos sólidos urbanos.

Cabe destacar que el proceso de desarrollo de cambio de forma comienza en la recolección de la materia prima (latas de aluminio) principalmente las que se obtienen en el plantel y posteriormente son extruidas o comprimidas para facilitar que ocupen menos espacio en el crisol en donde se colocan para pasar a la siguiente etapa de fundición. Esta siguiente etapa llamada fundición dependerá exclusivamente del diseño de la pieza a elaborar. De acuerdo al diseño de la pieza a fabricar dependerá el molde a utilizar en el vaciado de la fundición, para satisfacer las necesidades en la correcta enseñanza del desarrollo de la práctica.

Una vez que se completa este ciclo, entra en juego el control operacional que consiste primeramente en el pesar cada una de las latas sabiendo que su peso es de 13.7 grs y fundir una cantidad de 35 latas se obtiene un lingote de 3 x 3.5 x 0.75 pulgadas con un peso promedio de 470 grs y una merma de 9.5 grs. Es de suma importancia conocer que un kilo de aluminio está formado por aproximadamente 65 latas y conociendo este dato podemos con mayor razón construir varios moldes permanentes según se requiera. El lingote que se extrae pudiera comercializarse a fabricantes de partes de aluminio pero no es nuestro propósito dado que nuestro proyecto va enfocado a la obtención de material didáctico. La fundición del material se lleva a cabo en un horno de hogar abierto que construimos con tabique que es un material refractario, utilizando un soplete de vástago largo y una boquilla de 1.5 pulgada de diámetro, obteniendo una combustión a una temperatura de 800 grados centígrados suficiente para fundir el aluminio dado que este elemento tiene un punto de fusión de 650 grados centígrados en un crisol de capacidad de tres kilos. El vaciado se realiza utilizando unas tenazas de fierro en un molde permanente llamado chaponera que previamente se lubrico con aceite quemado automotriz con la finalidad de extraerlo fácilmente.



Figura 1. Esta es el molde permanente o chaponera para el vaciado.



Figura 2. Crisol de barro para fundición.



Figura 3. Fundición de latas de aluminio a una temperatura de 700 °C.

Resultados

Los resultados obtenidos en este proyecto muestran que después de haberse aplicado el proceso de cambio de forma se obtiene un lingote de aluminio como se muestra en la figura 4 y que este se ocupa como material didáctico en la fabricación de piezas que sirven como sustento para enriquecer el proceso enseñanza-aprendizaje con un costo más bajo del que cuesta en el mercado y que dentro de los conocimientos del alumno también se incluye el tener una participación más responsable con respecto a su entorno y el respeto al medio ambiente dado que realiza al mismo tiempo la sensibilización y promueve una reducción de desecho y lo convierte en un material de gran utilidad para desarrollar las practicas dentro de su preparación profesional.



Figura 4. Lingote de aluminio como material didáctico.

Conclusiones

Con la implementación del proceso en el área de Ingeniería Industrial se lleva una mejor preparación en el alumnado y se hace conciencia de la importancia que tiene el reciclado de desechos como una nueva forma de adoptar esos valores y llevarlos al terreno práctico poniendo un ejemplo de hacer su propio material minimizando los costos y reduciendo los residuos sólidos urbanos en materia ambiental.

Referencias

El Universal. Obtenida el 11 de Diciembre. <http://www.eluniversal.com.mx/primer/38299.html>

INCAL México 2013 <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=aluminio>

Notas Bibliográficas

El M.C. Jorge Hernández Santana es profesor del Instituto Tecnológico de Iguala, estado de Guerrero, México, terminó sus estudios de postgrado en el CCIDET de Querétaro. Ha participado en Journal Zacatepec con alumnos y docentes.

El M.C. Marco A. Rodríguez Mejía es profesor del Instituto Tecnológico de Iguala, estado de Guerrero, México, terminó sus estudios de postgrado en el CCIDET de Querétaro. Ha participado en Journal Zacatepec con alumnos y docentes.

El LIC. Salvador Valencia Méndez es profesor del Instituto Tecnológico de Iguala, estado de Guerrero, México, terminó sus estudios de postgrado en el Instituto Tecnológico de Acapulco.

El ING. Javier A. Rodríguez Teliz es profesor del Instituto Tecnológico de Iguala, estado de Guerrero, México, terminó sus estudios de postgrado en la Universidad Autónoma de Morelos.

El Mezcal Michoacano y su Impacto Económico en el Estado

Dra. Virginia Hernández Silva¹, Dra. Yenisey Castro García²

Resumen— Las economías mundiales enfrentan un proceso de integración económica altamente liderado por organismos internacionales que buscan responder a los desafíos de la nueva economía mundial tratando de instaurar enfoques de desarrollo económico a nivel regional basados en estrategias económicas innovadoras y estandarizadas. Michoacán en busca de apuntalar sus economías regionales, a través de estas estrategias, recientemente ha conseguido incluir a varios de sus municipios en la certificación de la denominación de origen de los procesos de la cadena agave-mezcal. Dado que esta estrategia económica impulsada con el estado es reciente y existe escasa información científica sobre el tema en cualquier vertiente, es un estudio no experimental, mixto, mayormente descriptivo. La propuesta de investigación analiza los ejes de la cadena de agave mezcal desde su perspectiva económica para el estado, la parte social-productiva, así como al sector institucional – Gobierno del estado, estos ejes se analizan en dos fases en la primera parte se analiza la parte teórica con fuentes primarias y secundarias. En la segunda parte cruza información con encuestas realizadas a todos los sectores. Hasta el momento se cuenta con que el sector gubernamental ha apoyado a este sector incrementando su producción hasta en un 15%.

Palabras clave— Mezcal Michoacano, PYMEs, Impacto Económico.

Introducción

En la actualidad y desde hace algunas décadas, las economías mundiales enfrentan un proceso de integración económica, que en muchas ocasiones es persuadido por organismos internacionales que buscan instaurar enfoques de desarrollo económico a nivel nacional y regional basado en estrategias estandarizadas.

Dentro de estas estrategias se encuentran algunos modelos teóricos como los clusters, regiones inteligentes, medios innovadores, sistemas regionales de innovación, etc. (Curiel, Ruíz, Delfín, & Cruz, 2015) otras estrategias como lo es la denominación de origen que buscan la competencia nacional e internacional. Estas estrategias por lo general son buscadas tanto por los productores de cierto sector así como el sector gubernamental.

Según el Consejo Regulador del Mezcal (CRM, 2015) el Mezcal, es un producto con potencial y crecimiento demostrado, convirtiéndose en el motor de desarrollo económico, especialmente en zonas marginadas, ya que en su gran mayoría se trata de pequeños productores. En la actualidad el mezcal michoacano es calificado como una bebida de la más alta calidad, que goza de una excelente estructura molecular perfecta para el consumo humano y con amplia oportunidad de negocios para los productores ubicados en los 29 municipios autorizados en la Declaración General de Protección de la Denominación de Origen Mezcal (La Jornada, 2015).

Debido a que la industria Mezcalera en Michoacán cuenta poco o escasa literatura científica al respecto debido a su reciente incorporación a la denominación de origen, uno de los dos objetivos planteados es generar información pionera de relevancia y calidad en el tema. El siguiente objetivo planteado dentro de este

¹ La Dra. Virginia Hernández Silva es Profesora Investigadora de Tiempo Completo de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. vhsilva_17@hotmail.com (auto correspondiente)

² La Dra. Yenisey Castro García es Profesora Investigadora de Tiempo Completo de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. yeniseycaastro@gmail.com

trabajo consisten en conocer estado que guarda la industria mezcalera y el impacto económico en Michoacán después de que se le otorgo la denominación de origen, dado que varios agentes clave participan en la cadena productiva del agave-mezcal este trabajo cuenta con dos ejes, en el primero, y parte fundamental del trabajo se concentra información por medio de entrevistas a los diferentes actores sociales involucrados y la obtención de información existente en libros, revistas, y en dependencias dentro y fuera de la comunidad. Enfocado al sector productivo, otro el gubernamental y por ultimo expertos en el área En la segunda se hará la evaluación cuantitativa del análisis.

El siguiente trabajo se redacta en cuatro secciones, la primera se observa la introducción del tema, a continuación se abordan los antecedentes así como algunas investigaciones teóricas sobre el mezcal, en la tercera sección se propone la metodológica de análisis así como algunos resultados preliminares, en la cuarta sección se exponen las conclusiones.

Antecedentes e Investigaciones Teóricas del mezcal

Antes de la llegada de los españoles a México en el siglo XVI, la bebida alcohólica que se conocía era el pulque, obtenido por medio de la fermentación del agave; sin embargo, con la introducción del proceso de destilación se comenzaron a producir bebidas con un alto grado (Financiera Rural, 2013). La palabra mezcal tiene su origen en vocablos de la lengua náhuatl *metl* que significa maguey e *ixcalli* que significa cocer, dando lugar a la palabra mexcalli, cuya traducción literal es “maguey cocido” (López, Martínez, Cavazos, & Mayett, 2014).

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (1994) Mezcal es “*La Bebida alcohólica regional obtenida por destilación y rectificación [...]El mezcal es un líquido de olor y sabor sui generis de acuerdo a su tipo. Es incoloro o ligeramente amarillento cuando es reposado o añejado en recipientes de madera de roble blanco o encino, o cuando se aboque sin reposarlo o añejarlo*” (SECOFI, 1994). Es preciso resaltar que para la elaboración del mezcal, existen diferentes métodos, formas o modos, lo que les permite a los productores, principalmente artesanales- tradicionales cuyo conocimiento ha sido transmitido de generación a generación. De acuerdo con lo anterior, al Mezcal, se le considera una bebida artesanal, ritual y tradicional, hasta el momento, que ha identificado a nivel nacional e internacional (Berumen, 2009).

Cabe señalar que México tiene ocho entidades federativas que cuentan con Denominación de Origen Mezcal, Durango, Guerrero, Guanajuato, Michoacán, Oaxaca, San Luis Potosí, Tamaulipas, y Zacatecas. A los 29 municipios de Michoacán autorizados en la Declaración General de Protección de la Denominación de Origen Mezcal, les fue otorgada 18 años después de habérsela autorizado a las primeras cinco entidades.

A partir de la denominación de origen la producción y exportación de este bien se ha visto exponencialmente incrementada. Se observa que una tercera parte de la producción se destina al mercado externo, las exportaciones se dirigen a más de 30 economías pero Estados Unidos concentra más del 60% (Iglesias, 2014). La venta del mezcal tanto nacional como internacional ha ido en aumento a excepción del año 2009 que se vio afectado por la caída económica mundial en 2008.

De las varias investigaciones que existen sobre la cadena productiva de agave-mezcal en México se observa que hay igualmente investigaciones cualitativas como cuantitativas, el enfoque o aplicación a cada parte de la cadena productiva es lo que hace la diferencia. Cabe destacar que Oaxaca cuenta con la mayor cantidad de investigaciones sobre la cadena productiva del mezcal.

Dentro de algunas investigaciones que versan en específico sobre de la cadena productiva podemos citar a (Caballero, Montes, & Silva, 2013), aplicado a Oaxaca, los cuales proponen mejorar la eficiencia productiva a través del mejoramiento del molino de producción utilizando tecnologías del conocimiento. En este mismo sentido se observa que (García & Macías, 2007) que proponen que dentro de la producción de agave y mezcal se provea de la cadena de generación de valor.

Propuesta metodológica de análisis y resultados preliminares

Dado que esta estrategia económica impulsada con el estado es reciente y existe escasa información científica sobre el tema en cualquier vertiente, es un estudio no experimental, mixto, mayormente descriptivo. La propuesta de investigación analiza los ejes de la cadena de agave mezcal desde su perspectiva económica para el estado, la parte social-productiva, así como al sector institucional – Gobierno del estado.

La metodología de análisis de información de estos ejes, se basa en dos partes: En primera se concentra información por medio de entrevistas a los diferentes actores sociales involucrados y la obtención de información existente en libros, revistas, y en dependencias dentro y fuera de la comunidad. En la segunda parte las encuestas se contabilizan cualitativamente.

- A) El primer paso y abordado dentro de este documento, pretende mostrar lo detectado con el sector del mezcal michoacano a través de fuentes primarias y secundarias en la entidad, dentro de las fuentes primarias se realizaron entrevista con el sector mezcalero, esto incluyo reuniones con asociaciones mezcaleras, productores independientes, y autoridades gubernamentales con la finalidad de establecer el panorama general de las variables sujetas de estudio. Dentro de las fuentes secundarias revisadas se abordó toda la literatura, tanto formal e informal sobre el tema, para obtener el sustento teórico metodológico de las variables sujetas de estudio, detectando la escasa o nula investigación formal sobre el mezcal michoacano y su comercialización después de otorgarle su DO en el 2013 e incluso previo de esta medida estrategia del estado
- B) En la fase 2, y punto en el cual se encuentra la investigación, creamos una herramienta de cuestionario que cumple con los dos requisitos fundamentales que son validez “al tratar de captar de manera significativa y en un grado suficiente y satisfactorio aquello que es objeto de investigación” y fiabilidad “dada por la capacidad de obtener iguales y similares resultados aplicando las misma preguntas acerca d de los mismo hechos o fenómenos (Ander, 1994)

Análisis y resultados preliminares, fase uno.

De los datos duros, hasta este punto de la investigación observamos lo siguiente:

Eje social-productiva: A pesar que el estado de Michoacán solo cuenta con 29 municipios incorporados a la denominación de origen del mezcal, un 26% del total de sus municipios, incremento.

La participación de producción de mezcal del estado aumento, a nivel nacional, en 100% ya que en 2003 (primer año de la DO) su producción no pintaba a nivel nacional y para el 2014 dio un brinco en casi un 1% del total anual de la producción nacional (CRM,2015) como se observa en el cuadro 1. Observando la mejoría para los productores y por ende para sus regiones.

Durante la administración que culmina en Agosto de 2015, registran que los beneficios de los apoyos otorgados durante la administración se ven reflejados un total de 28 productores con estructura PYME, principalmente pequeños y medianos

Tabla 1. Incremento en la cadena productiva observada a Agosto 2015 después del otorgamiento de la Denominación de origen a través de proyectos de gobierno del estado.

Agente	% Incremento a Agosto 2015
Productor de Maguey y productor de Mezcal	14.90%
Envasador	ND
Comercializador	67.56%

ND: Información no disponible

Fuente: Reporte Consolidado, Secretaría de Economía Agosto 2015

Adicionalmente a estos resultados se observa que en este eje los micro empresarios se han topado con los siguientes problemas:

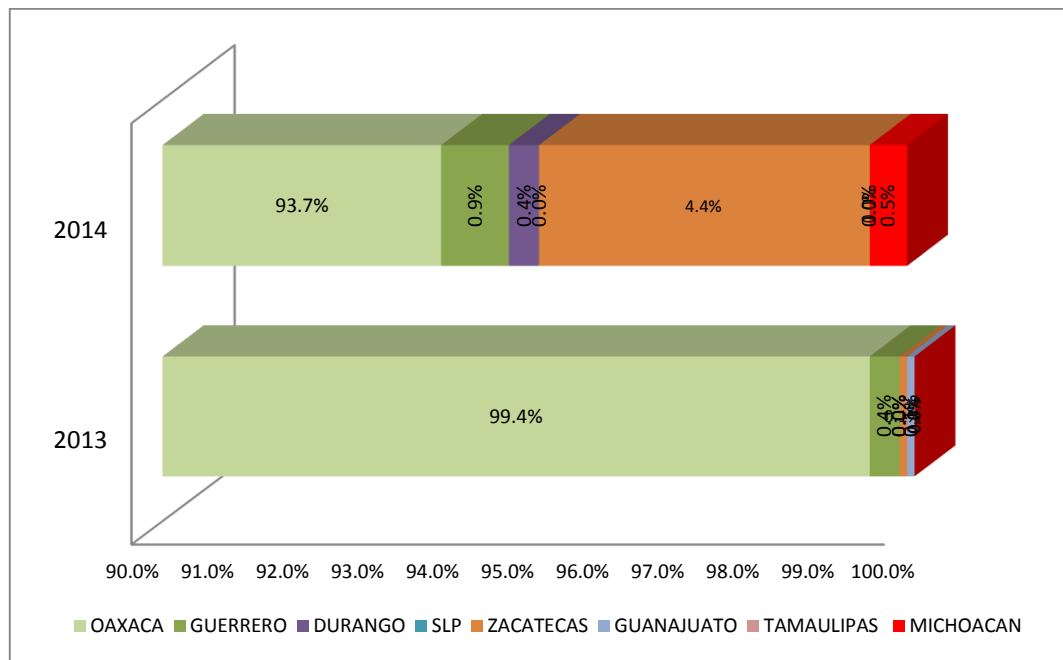
Las investigaciones preliminares muestran que los productores de mezcal de pequeñas comunidades no cuentan en ocasiones con fábrica propia si no que le piden prestada a alguien más debido a la cuestión económica, lo que afecta al desempeño de la eficiencia y productividad.

Eje Institucional. Adicionalmente a los proyectos otorgados por el estado de Michoacán, existen aun materia por parte del estado que es importante llevar a cabo.

Según los productores de la cadena de mezcal detectan que se han topado con grandes listas de requisitos ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y con la tramitología; esto es, gran cantidad de trámites para generar un marbete. Al contar con la estandarización del proceso, de acuerdo con la DO, los productores tienen que realizar gastos altos para cumplir con la normatividad; esto es, el registro de marbetes con el costo de \$1 peso mexicano, y la mayoría de los productores carecen del conocimiento y pericia para cumplir con la norma, todo esto aunado a la falta de recursos económicos de las entidades generan que esta actividad se complique.

Adicionalmente el actual gobernador de Oaxaca, Gabino Cue acordó impulsar programas, acciones y políticas económicas para apuntalar el desarrollo de esta importante cadena productiva en el contexto nacional e internacional (Jornada, 2015). Los productores de la cadena de agave-mezcal en Michoacán buscan el apoyo y continuidad a los proyectos que implemente el gobierno estatal y federal

CUADRO 1. Producción total del Mezcal de los estados que cuentan con DO, por los ejercicios 2013 y 2014



Fuente: Informe anual de CRM 2015

Los factores detectados en literatura y en las entrevistas preliminares de las fuentes primarias, observamos los factores de Gestión administrativa, Capital, Factores externos, Materiales y sumistros así como productividad.

Conclusiones

Aunque el crecimiento de la producción y sus utilidades de la industria del mezcal han sido determinados por el decreto de denominación de origen desde el impulso del mezcal certificado en 1994, los impactos de ésta política estratégica y competencia de estado, han derivado en distorsiones del sector industrial mezcalero, pues en medianos plazos se han concentrado la producción en ciertos territorios, específicamente oaxaqueños y determinados por un pequeño grupo de productores.

El sector gubernamental menciona que su estrategia comercial de la DO, busca ayudar a los productores de mezcal a generar mayores ingresos al vender sus productos en los mercados nacionales e internacionales. Sin embargo la alta carga tributaria al mezcal (53% IEPS) y el alto costo que requiere un despacho por tramitar los impuestos genera que estrategia impulsada por el gobierno y a través del sector agave-mezcal, siga sin fluir como debería. Falta mejorar la política pública para poder articular esta medida como se pensó en un inicio.

Para que esta estrategia funcione como estaba prevista aún falta articular varios aspectos sectoriales.

Este trabajo genera nuevas líneas de investigación para continuar revisando costos y procesos (según DO) para conocer el estado de la productividad de los mezcaleros de Michoacán y verificar que toda la tramitología y costos sean al final un beneficio y no un detrimento en la comercialización.

Bibliografía

- Ander, E. E. (1994). *Técnicas de Investigación Social*. México: Humanistas.
- Bailón C, M. J. (1980). Artesanías y capital comercial en los Valles Centrales de Oaxaca. En *Compilador de Sociedad y Política de Oaxaca 15 estudios de casos* (págs. 83-109). Oaxaca: Universidad Benito Juárez.
- Berumen, M. E. (2009). *Oaxaca: La Actividad Productiva Maguey-Mezcal*. Oaxaca: Eumed.net.
- Caballero, C. M., Montes, B. J., & Silva, R. M. (2013). Innovación de un molino de agave cocido, para la producción de mezcal. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 45-49.
- CRM. (2015). *Informe 2015*. Oaxaca: Consejo Regulador del Mezcal.
- Curiel, A., Ruíz, M., Delfin, G., & Cruz, C. (2015). ¿UN CLUSTER EN OAXACA, MÉXICO? *Cathedra et Scientia*, 149-182.
- De la Paz Hernández G, J., & Domínguez H., M. L. (2003). Estrategias de mercadotecnia y los negocios de mezcal. *Convergencia*, 187-203.
- Financiera Rural*. (26 de 03 de 2013). Obtenido de <http://consulmex.sre.gob.mx/montreal/images/Consulado/MasReciente/nota%20informativa%20mezcal.pdf>
- García, S. A., & Macías, R. F. (2007). Producción de maguey y mezcal: estrategias de desarrollo rural en Teúl de González Ortega, Zacatecas. *Geografía Agrícola* 45.
- Hernandez L, E. (1993). *Evolución de la PTF en la Economía Mexicana*. Mexico: Secretaria del trabajo y previsión social.
- Iglesias, S. (2014). Crecimiento de la Industria Mezcalera. *El Financiero*.
- Jong, F., & Lopez, A. (20 de Septiembre de 2011). *CNN Expansion*. Obtenido de <http://www.cnnexpansion.com/expansion/2011/09/14/el-laberinto-del-mezcal>
- Jornada, L. (07 de Julio de 2015). Gabino Cué impulsará plan para impulsar la industria del mezcal. *La Jornada*, pág. 30.

- La Jornada. (02 de Julio de 2015). *La Jornada Michoacan*. Obtenido de el mezcal michoacano es calificado como una bebida de la más alta calidad, que goza de una excelente estructura molecular perfecta para el consumo humano y con amplia oportunidad de negocios para los productores ubicados en los 29 municipios autorizados e
- López, N. G., Martínez, F. J., Cavazos, A. J., & Mayett, M. Y. (2014). La cadena de suministro del mezcal del estado de Zacatecas, Situación actual y perspectivas de desarrollo. *Contaduría y Administración*, 227-252.
- Martínez G., A. (2008). Tequila, Mezcal y Cerveza: de México para el Mundo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 143-150.
- Mercado Ramirez, E. (1997). *Productividad Base de la Competitividad*. México: Limusa.
- Pedraza R., O. H. (2006). *La productividad de la Industria Láctea en el Estado de Michoacán*. Morelia.
- Rosiles, L. F. (21 de Noviembre de 2012). *Agencia Quadratin*. Obtenido de <http://www.quadratin.com.mx/politica/Adquiere-mezcal-michoacano-denominacion-de-origen/>
- SECOFI, S. d. (1994). *NORMA Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994, Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones*. México: Diario oficial de la Federación.

Cumplimiento de los valores éticos al realizar el servicio social por los alumnos de una universidad pública

M.A. Silvia Hernández Solís¹, Dra. Lourdes Evelyn Apodaca del Angel² y M.B.A. María Guadalupe Hernández Ontiveros³

Resumen- La presente investigación es de carácter cuantitativa de tipo descriptiva y tiene por objetivo verificar si a mayor edad de los alumnos de una universidad pública, éstos consideran que cumplen los valores estipulados en el Código de Ética Universitario al realizar sus actividades de servicio social en mayor escala que los más jóvenes. El instrumento fue validado con alpha de cronbach dando un valor de .927, se trabajó con nivel de confianza del 95% y un porcentaje de error del 5%. Los resultados arrojan que de los quince valores evaluados solo en diez se cumple la hipótesis, de los tres rangos los alumnos de menor edad tienen los índices de menor incidencia en catorce de los quince valores.

Palabras clave: servicio social, ética, alumnos.

Introducción

“En tiempos actuales, hablar de valores y de educación moral resulta no solo complejo y deviene de procesos que se circunscriben a diferentes ámbitos contextuales, donde el ser humano es el actor principal y las instituciones educativas suelen ser en múltiples ocasiones las guías que generan individuos que se enriquecen de valores adquiridos en las aulas de clase” (González y Guadarrama, 2013).

La ética provee de razones que justifican o no las acciones, examinando los comportamientos morales. (Bolívar, 2005), en este sentido al examinar la medida en que los alumnos cumplen con los valores se puede inferir sobre la imagen ética que ellos están dejando en las unidades receptoras al cumplir con sus actividades.

Por su parte Hodelín (2014) menciona que el proceso formativo de una universidad tiene el deber ético de formar hombres para la vida, en otras palabras futuros profesionales con calidad moral. En otras palabras la responsabilidad social universitaria debe basarse en la conjugación de los valores, objetivos, formas de gestión e iniciativas que conlleva un mayor compromiso con su entorno (Naval y Ruiz-Corbella, 2012).

La Universidad Autónoma de Baja California está convencida de lo narrado en los párrafos que anteceden por ello en diciembre de 2014 emitió el acuerdo que establece su Código de Ética donde se fijaron los valores que regirán sus actividades, siendo éstos: libertad, humildad, honestidad, respeto, responsabilidad, tolerancia, compromiso, equidad, confianza, verdad, transparencia, perseverancia, solidaridad, lealtad, justicia y democracia.

Si bien es cierto que los mencionados valores deben guiar todas las actividades de todas las personas que se encuentran inmersas dentro de la institución, el presente trabajo se limita al ejercicio de dichos valores en la prestación del servicio social, como una de las acciones que se encuentran dentro del currículo de la formación de los alumnos, es importante conocer si actualmente ellos aplican estos valores en el desempeño de sus actividades, una vez analizados los resultados se verificará si es necesario que éstos sean fomentados o reforzados. El artículo 29 del Reglamento del servicio social de la UABC (2007) fundamenta lo anterior al mencionar que el servicio social debe fortalecer la formación valoral.

¹ M.A. Silvia Hernández Solís es PTC en la Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería y Negocios Tecate, Baja California. silhso1@yahoo.com.mx (autor corresponsal)

² Dra. Lourdes Evelyn Apodaca del Angel es PTC en la Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería y Negocios Tecate, Baja California lourdesapodaca@uabc.edu.mx

³ M.B.A. María Guadalupe Hernández Ontiveros es PTC en la Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería y Negocios Tecate, Baja California lupitaho12@gmail.com

Descripción del método

Este estudio es de carácter cuantitativo con un enfoque descriptivo y exploratorio, se diseñó un instrumento con 16 preguntas, con escala likert de 5 respuestas desde nunca hasta totalmente. Se validó mediante el alpha de cronbach's dando como resultado .927 lo cual es positivo, también es adecuada la correlación entre los ítems. La población a investigar son los alumnos de los programas educativos de licenciado en administración de empresas y licenciado en contaduría de la Facultad de Ingeniería y Negocios Tecate, siendo un total de 198. Se consideró un nivel de confianza del 95% y un porcentaje de error del 5% para el cálculo de la muestra, resultando a investigar 113 estudiantes. Se encuestaron a 30 alumnos entre 17 y 19 años, 60 de 20 a 22 años y 23 con más de 22 años. Los datos fueron evaluados con el programa SPSS.

Se tiene la siguiente hipótesis: a mayor edad de los alumnos, éstos cumplen los valores estipulados en el Código de Ética Universitario, al realizar sus actividades de servicio social en mayor escala que los más jóvenes.

Resultados

Para realizar el análisis y comparar los resultados se consideraron las dos respuestas positivas que son totalmente y bastante. La tabla 1 muestra que los alumnos entre 17 y 19 años consideran que el valor que mayor cumplen al realizar el servicio social es la responsabilidad con un 93% seguido de la tolerancia, el compromiso, lealtad y justicia con un 90% cada uno, y los valores que consideran cumplen en menor escala son la equidad y la perseverancia con un 73%.

Edad 17 a 19 años	% de repuestas de:		Suma
	Totalmente	Bastante	
Ética	60	27	87
Humildad	40	47	87
Honestidad	23	63	86
Respeto	50	33	83
Responsabilidad	60	33	93
Tolerancia	60	30	90
Compromiso	63	27	90
Equidad	43	30	73
Confianza	57	23	80
Verdad	70	13	83
Transparencia	57	17	74
Perseverancia	40	33	73
Solidaridad	47	37	84
Lealtad	47	43	90
Justicia	57	33	90
Democracia	37	43	80

Tabla 1: Porcentaje de respuestas de los alumnos con edades entre 17 y 19 años en relación a su percepción del cumplimiento de los valores del Código de Ética Universitario al realizar sus actividades de servicio social.

Al revisar los datos de tabla 2 se puede apreciar que los alumnos entre 20 y 22 años perciben que al realizar su servicio social cumplen al 100% (al sumar las respuestas totalmente y bastante) con los valores los valores de confianza y verdad, el valor que tiene la menor escala es la democracia con un 83%.

Edad 20 a 22 años	% de repuestas de:		Suma
	Totalmente	Bastante	
Ética	68	23	91
Humildad	58	33	91
Honestidad	57	31	88
Respeto	63	28	91
Responsabilidad	60	28	88
Tolerancia	55	40	95
Compromiso	65	33	98
Equidad	57	37	94
Confianza	67	33	100
Verdad	68	32	100
Transparencia	62	30	92
Perseverancia	48	41	89
Solidaridad	47	40	87
Lealtad	65	32	97
Justicia	67	27	94
Democracia	60	23	83

Tabla 2: Porcentaje de respuestas de los alumnos con edad entre 20 y 22 años en relación a su percepción del cumplimiento de los valores del Código de Ética Universitario al realizar sus actividades de servicio social.

Edad Más de 22 años	% de repuestas de:		Suma
	Totalmente	Bastante	
Ética	61	30	91
Humildad	65	35	100
Honestidad	44	48	92
Respeto	74	17	91
Responsabilidad	78	17	95
Tolerancia	74	17	91
Compromiso	70	30	100
Equidad	52	44	96
Confianza	65	26	91
Verdad	74	17	91
Transparencia	65	30	95
Perseverancia	70	22	92
Solidaridad	74	22	96
Lealtad	70	26	96
Justicia	70	26	96
Democracia	70	30	100

Tabla 3: Porcentaje de respuestas de los alumnos de más de 22 años en relación a su percepción del cumplimiento de los valores del Código de Ética Universitario al realizar sus actividades de servicio social.

La tabla 3 refleja los resultados de sumar las respuestas de bastante y totalmente de la percepción de los alumnos de más de 22 años en cuanto a realizar su servicio social con los valores dictados en el código de ética universitario, ellos dicen cumplir el 100% los valores humildad, compromiso y democracia; los valores que recibieron un calificación menor son respeto, tolerancia, confianza y verdad pero aun así son altos ya que tienen un 91%. Por lo tanto este grupo percibe que cumple los valores con mayor escala que los otros dos rangos de edad.

Conclusiones

Como se puede apreciar en la tabla 4 al comparar los resultados de los quince valores evaluados solo en diez se cumple la hipótesis: a mayor edad de los alumnos, éstos cumplen los valores estipulados en el Código de Ética Universitario, al realizar sus actividades de servicio social en mayor escala que los más jóvenes; ya que los alumnos de más de 22 años tienen mayores índices en humildad, honestidad, responsabilidad, compromiso, equidad, transparencia, perseverancia, solidaridad, justicia y democracia. Cabe resaltar que los alumnos del mencionado rango de edad consideran cumplir en un 100% los valores de humildad, compromiso y democracia.

Valor	% de repuestas de:		
	17-19	20-22	Más de 22
Ética	87	91	91
Humildad	87	91	100
Honestidad	86	88	92
Respeto	83	91	91
Responsabilidad	93	88	95
Tolerancia	90	95	91
Compromiso	90	98	100
Equidad	73	94	96
Confianza	80	100	91
Verdad	83	100	91
Transparencia	74	92	95
Perseverancia	73	89	92
Solidaridad	84	87	96
Lealtad	90	97	96
Justicia	90	94	96
Democracia	80	83	100

Tabla 4: Comparativo de respuestas de los tres rangos de edades de los alumnos en relación al cumplimiento de los valores del Código de Ética Universitario al realizar sus actividades de servicio social

De los valores restantes, el respeto, consideran cumplirlo en el mismo porcentaje 91%, los alumnos de 20 a 22 años y los mayores a 22. Los valores de tolerancia, confianza, verdad y lealtad tienen mayor incidencia en el grupo de los alumnos de 20-22 años.

Los alumnos de 17-19 años, siendo los más jóvenes tienen los índices de menor incidencia en catorce de los valores excepto en responsabilidad, en éste suman un 93% contra un 88% que tienen los alumnos de 20 a 22 años.

En cuanto al primer ítem que preguntaba: al realizar mis actividades de servicio social siempre actúo con ética, los alumnos de 20 a 22 años y los mayores a 22 contestaron en el mismo porcentaje 91%, en tanto que los alumnos de 17-22 con un 87%.

Sugerencias

Este estudio deberá replicarse en los otros tres programas educativos existentes en la Facultad de Ingeniería y Negocios Tecate que son: ingeniero industrial, ingeniero mecatrónico y licenciado en derecho para verificar si los resultados son iguales o diferentes a los aquí mostrados.

Referencias bibliográficas

Bolívar, A. (2005) "El lugar de la Ética Profesional en la Formación Universitaria" Revista Mexicana de Investigación Educativa, enero-marzo, vol. 10, número 024 COMIE Distrito Federal, México. Consultada el 07 de agosto 2015 de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14002406>

González, E., & A. Guadarrama, (2013). "Estudio comparativo del desarrollo de valores éticos en estudiantes de Derecho". Revista In Vestigium Ire. Vol. 6, pp. 156-169. Consultada el 07 de agosto 2015 de
<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/viewFile/798/719>

Hodelín, T. R. (2014) "El profesor universitario en la formación de valores". Educación Médica Superior. V 28(1):115-126 Consultada el 07 de agosto 2015 de <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v28n1/ems13114.pdf>

Naval C. y M. Ruiz-Corbella (2012) Aproximación a la responsabilidad social universitaria: la respuesta de la universidad a la sociedad. Bordón 64 (3) pp. 103-115, ISSN 0210-5934. Consultada el 07 de agosto 2015 de
<file:///C:/Users/UABC/Downloads/DialnetAproximacionALaResponsabilidadSocialUniversitaria-4016119.pdf>

UABC (2014) Código de ética universitario. Consultada el 07 de agosto 2015
http://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/index_htm_files/35AcuerdoCodigo_de_Etica.pdf

UABC (2007) Reglamento de servicio social. Consultada el 07 de agosto 2015
[http://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/index_htm_files/\(24\)REGL_SERV_SOC_.pdf](http://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/index_htm_files/(24)REGL_SERV_SOC_.pdf)

Espacios Flexibles Dentro de la Vivienda

Arq. Lidia Itzel Hernández Vázquez¹, Post-Dr. Carlos Cesar Morales Guzmán² y
Arq. Olivia Hernández Bonilla³⁴

Resumen— La presente investigación parte de la problemática actual de la vivienda en México la cual tiene graves problemas espaciales y del uso de los mismos. Así pues tiene como objetivo principal la definición de parámetros y cotas que nos guíen en el desarrollo posterior de espacios adaptables dentro de una vivienda a la que denominamos como flexible. Para ello, se justifica mediante una serie de referentes arquitectónicos derivados del movimiento metabolista como los son el Nakagin Capsule Tower o el Takara Beautillion, y de otros más actuales como el Prototipo SolArkit y la casa MOLECULÉ; de los cuales observamos sistemas constructivos no convencionales que pueden proporcionarnos aproximaciones tecnológicas viables, y de esta manera poder aplicarlas a las conclusiones de este proyecto de investigación del cual se busca obtener parámetros de diseño y una aproximación a un modelo tipológico de la vivienda flexible.

Palabra clave—vivienda, adaptable, flexible, sistema constructivo.

Introducción

Esta investigación está orientada a la búsqueda de parámetros tecnológicos de diseño para la vivienda, con los cuales se puedan generar espacios adaptables y flexibles. Todo esto nos lleva al planteamiento de la siguiente pregunta: ¿Cuál es el sistema constructivo ideal para el diseño de una vivienda que sea flexible, integrando de esta manera a su función y forma características como la adaptabilidad, el cual facilite al usuario la libre manipulación de los espacios y responda a los requerimientos de habitar?

Está claro, que la vivienda carece de flexibilidad que complica la libre manipulación de los espacios o simple adaptación funcional a los requerimientos del usuario, los cuales debieran ser condicionados a la temporalidad en la que ciertas actividades necesitan desarrollarse dentro de un habitat. Si bien, resulta imposible implementar espacios específicos para cada individuo y la generalización de tipologías ha causado la poca habitabilidad, la vivienda como elemento fundamental del vivir y del desarrollo del usuario, ahora resulta imprescindible sea capaz de transformarse y adaptarse, proyectándose entonces como un espacio flexible adecuándose a los requerimientos de un usuario real.

Dicha flexibilidad deberá ser introducida en el diseño de la vivienda mediante la implementación de sistemas constructivos no convencionales que permitan el desarrollo de espacios que de verdad se relacionen con las actividades y requerimientos de ese usuario.

Desde el punto de vista constructivo, la utilización de sistemas no convencionales nos ofrece la posibilidad de integrar a la vivienda, flexibilidad que permita una libre manipulación de los espacios arquitectónicos y que a su vez pueda realizarse mediante un procedimiento sencillo por el propio usuario.

El objetivo del presente trabajo de investigación, se maneja desde una visión tecnológica, en el que se propone una aproximación para el diseño de una vivienda flexible mediante un sistema desmontable que sea capaz de multiplicar sus espacios o decrecerlos, según sea el caso. Esta aproximación se realiza desde el planteamiento de cómo generar dicha flexibilidad del espacio a partir del análisis de referentes, hasta el desarrollo conceptual de diseño que nos lleva a una propuesta preliminar. Es importante mencionar que el presente trabajo es parte del producto de una estancia de investigación realizada anteriormente y que aún se encuentra en proceso para llegar a conclusiones más específicas; por lo que a continuación se presentan solo las aproximaciones conceptuales de la misma.

Flexibilidad del Espacio

La degradación progresiva de la vivienda ha dejado insatisfecho al usuario que la habita. Existen dos razones para ello; la primera que parte del proyectista o las instituciones dotadoras de vivienda ante la falta de fidelidad en la investigación de las necesidades habitacionales del usuario; la segunda podemos mencionar, por la ausencia de participación del usuario en la gestión y construcción de la vivienda, de su propio habitat.

¹ Arq. Lidia Itzel Hernández Vázquez Estudiante del Programa Maestría en Arquitectura de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. itzelarq.hdz@hotmail.com (autor correspondiente)

² Post-Dr. Carlos Cesar Morales Guzmán. Docente en la Universidad Veracruzana encargado del grupo de Investigación de la Fac. de Arquitectura, Poza Rica, Veracruz, México. dr.arqmorales@gmail.com

³ Arq. Olivia Hernández Bonilla Estudiante del Programa Maestría en Arquitectura de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México arq.oliviabonilla@gmail.com

En la actualidad la forma con que se proponen las soluciones para la vivienda, más allá de dotar de calidad de vida a los individuos han resultado en la vulnerabilidad de los usuarios ante distintos factores tecnológicos, sociales y económicos.

Ya que cada individuo tiene una percepción diferente del espacio que dispone para habitar, este debería entonces poder ser organizado y reorganizado en un momento dado de acuerdo a aquellas percepciones. Frente a dicha problemática surge un concepto que trata de otorgar una respuesta a lo que busca tener una nueva percepción y creación de los espacios habitables de la vivienda: flexibilidad. Según el DRAE flexibilidad se refiere a la característica de cualquier objeto que lo hace susceptible de cambios o variaciones según las circunstancias o necesidades. Interpretado como un concepto arquitectónico, se refiere a todas aquellas modificaciones que se pueden realizar en los espacios durante el tiempo de uso de la vivienda.

Está claro que la flexibilidad de la vivienda deberá de diseñarse a partir de los requerimientos reales de un usuario, analizando los espacios en los que habita y los modos en los que lo habita. ¿Pero cuáles son las herramientas para lograr que ese espacio pueda ser flexible? Esto podría derivarse de dos puntos muy importantes:

1. La Física en la que podría ser posible la manipulación, no solo funcional, sino también formal de los espacios, dando lugar a una transformabilidad que se adapte a los requerimientos del usuario.
2. La tecnológica, homologando esta versatilidad física con el uso de las nuevas tecnologías constructivas aplicadas a soluciones estructurales que nos permitan tal objetivo.

A partir de estas condicionantes, se realiza un análisis conceptual partiendo de la idea de hacer crecer y decrecer el espacio. Es importante definir que la característica para el sistema constructivo aplicado a la vivienda deberá dotar de una flexibilidad estructural que permita la adaptabilidad del espacio a las necesidades proyectadas por los usuarios de esta.

Sistemas Constructivos Adaptables

Como ya hemos explicado anteriormente, la flexibilidad de la vivienda debe dar respuesta la libre manipulación del espacio. Es por ello, y retomando la idea de la multiplicación espacial, buscamos proyectos en los que partiendo de la modulación y repetición se han generado edificios capaces de adecuarse a las necesidades cambiantes de sus usuarios así como al crecimiento en el número de estos.

Dichos edificios transformables, adaptables y modulares, se han logrado gracias a la implementación de sistemas constructivos integrados por elementos, que como en el caso de las células, permiten la adición de más elementos a un cuerpo matriz. Así pues, el diseño y aplicación de la estructura base, es el tema de interés para nuestro análisis. Este es el caso de la Nakagin Capsule Tower (1972) o la Takara Beautillion (1970).

En la Takara Beautillion el esqueleto estructural tridimensional estaba compuesto por elementos intercambiables, que servía como base para la disposición de cápsulas y paneles (Fig.1). Este estructura base está integrado por nodos de los cuales surgían doce tubos de acero de 10 cm de diámetro curvados en un ángulo de 90°. En conjunto se generan 6 brazos, en cuya parte superior se han soldado pletinas circulares para recibir una siguiente pieza. De esta manera se han creado cubos que componen estructuras repetitivas y abiertas en el sentido de permitir la adición de un elemento más.

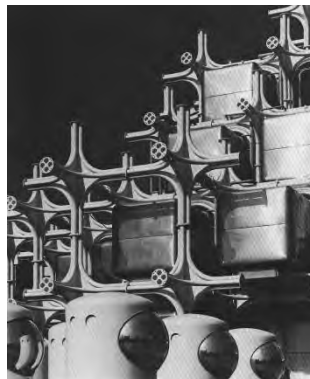


Fig. 1 Takara Beautillion, Kisho Kurokawa (1970) La modulación espacial es obtenida mediante la implementación de un sistema estructural que permite su libre multiplicación.

En el caso de la Nakagin Capsule Tower, constructivamente se trata de un sistema mixto, en el que todos sus elementos (prefabricados) son unidos a una estructura madre (Fig.2). En ella existen dos torres que poseen una

estructura rígida de bastidores metálicos y hormigón armado formando grandes paneles prefabricados. Básicamente es una caja con armazón metálico, ligero y soldado en su totalidad. En su exterior, está cubierto por paneles de acero galvanizado, y que llevan una capa de pintura anticorrosiva y que para la prevención de incendios emplea un material llamado amianto con un espesor de 45mm.

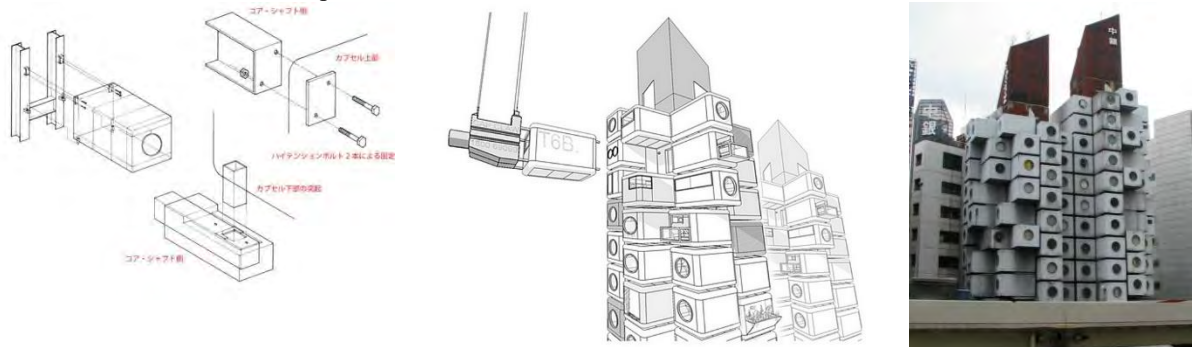


Fig. 2 Nakagin Capsule Tower, Kisho Kurokawa (1972). Esta torre está integrada por dos torres bases y la adición de capsulas modulares.

Los anteriores referentes arquitectónicos, son ejemplo de cómo se han logrado resolver estructuras adaptables mediante la repetición de módulos para finalmente formar estructuras más grandes. Sin duda alguna, aplicación de sistemas constructivos diferentes a los convencionales, dejan que la arquitectura sea capaz de transformarse y adaptarse a las necesidades del usuario y del mismo modo al entorno en donde esta se encuentra ubicado.

El diseño de sistemas estructurales que sean capaces de multiplicarse y que además permitan la adición o disminución de sus elementos, es el punto clave para la generación de espacios que puedan ser adaptados y transformados paralelamente con los requerimientos del usuario. Ejemplo de ello es la llamada Casa Moleculé, de la cual es creador Matías Konstandt (2010) (Fig.3).

Esta vivienda consiste de una estructura espacial de aluminio formada por tubos y nodos. Estos nudos y tubos, van unidos por un novedoso sistema llamado de encastre, cuyo ensamblaje consecutivo permite su repetición geométrica formando figuras piramidales rígidas. En los nodos, un solo tornillo es capaz de fijar hasta doce tubos y los cerramientos son a partir de paneles de EPS. Esta estructura liviana pesa 2.98 kg/m², lo que quiere decir que es 20 veces más ligera que un sistema convencional. Por la misma razón es fácilmente transportada, además de que 100m² desmontados, apenas ocupa 0.55m³ de espacio. El sistema de encastre implementado en esta estructura es de fácil manipulación y ejecución, por lo que no es necesaria mano de obra especializada.

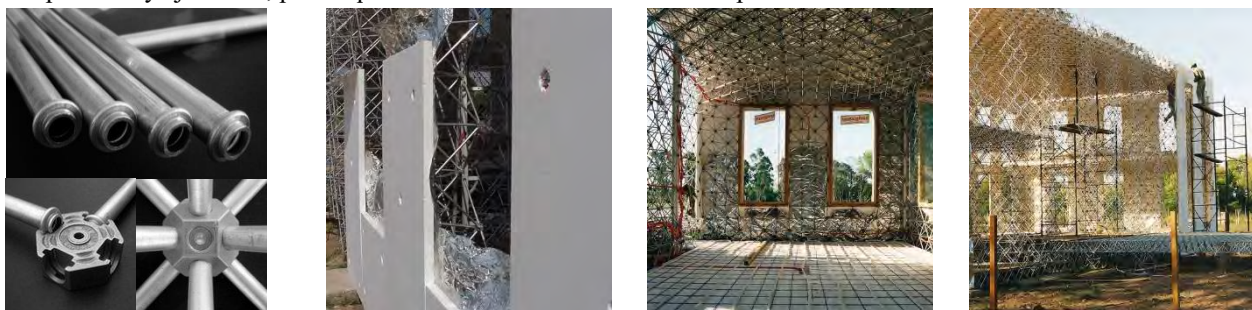


Fig.3 Casa Moleculé, Matías Konstandt (2010). El sistema estructural implementado en su arquitectura dota de gran ligereza y versatilidad, por lo que la modificación de sus espacios puede realizarse fácilmente por el usuario. FUENTE: <http://www.molecule.com.ar/index.html>

Con el estudio de los anteriores referentes, hemos observado que la implementación de un sistema estructural en el diseño de una vivienda, es posible generar espacios versátiles, transformables y adaptables. Esta estructura entonces debe integrarse de elementos como nodos y barras, formándose estructuras espaciales y principalmente modulares, que nos den la pauta para el crecimiento y multiplicación organizado de las formas. Por otro lado, el diseño de dicho sistema constructivo, debe ser de fácil manipulación para un usuario común y principalmente con herramienta nada especializada, para que de esta manera, pueda ser modificado, montado y desmontado fácilmente.

Diseño Conceptual de un Espacio Adaptable y Flexible

En primera instancia definiremos que el concepto de adaptabilidad está basada en la libre manipulación de los espacios. Esto se asemeja al comportamiento de las células, pues ellas se multiplican de manera consecutiva dentro de un ambiente para adaptarse a él (Fig.4). También es importante destacar que dicha multiplicación se de sus formas se realiza a partir de una forma base llamada célula madre, de la cual se generan puntos de intersección donde se unirán todas las formas de la posible multiplicación. Cabe mencionar que la multiplicación de las células es de manera modular, por lo que conceptualmente, es propio para el diseño de espacios que necesitan multiplicarse.

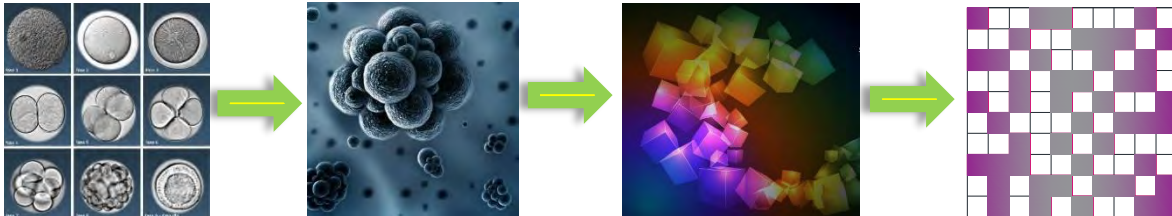


Fig. 4 Flexibilidad ante los fenómenos de crecimiento a partir de la metamorfosis celular hasta la simplificación de una geometría más simple como el cubo.

La aplicación conceptual de la multiplicación espacial, nos dan la pauta para la generación de un sistema en el cual se mantengan ritmos de módulos que nos dejan la libre manipulación de una forma. Cabe destacar que dicha multiplicación y manipulación del espacio a partir de este concepto, podrá realizarse de manera horizontal y vertical por lo que siendo una vivienda que deba crecer y decrecer en cierto momento de uso, se facilitará al usuario dicha adaptabilidad.



Fig. 5 Experimentación a partir de la geometría del cubo. Se realiza una estructura de ritmos modulares a partir de la composición de una malla cuadriculada en la que se modifica y juega con la posición de los cubos. FUENTE: Experimentación Estancia de Investigación Arq. Lidia Itzel Hernández Vázquez: 2015

A partir de la conceptualización de la multiplicación y para la generación de formas básicas de crecimiento, trasladamos esta idea a un concepto geométrico que pueda adaptarse a dicha manipulación espacial. Se define entonces que la geometría del cubo es la más cercana a dicha conceptualización, pues siendo su geometría casi perfecta y no complicada, permitirá la generación de espacios totalmente modulares.

La geometría del cubo, puede tener varias composiciones que se aplican de manera precisa, pues al estar compuesto por lados iguales su desarrollo de crecimiento logra ser proporcionado y modular. Esto nos da la pauta para la generación de la estructura de un espacio como el de la vivienda que pueda componerse de módulos simples, delimitando cuanto puede crecer y la forma en que pueda hacerlo.

Tal y como se explicó anteriormente en la figura 5, para el diseño de la vivienda flexible se ha implementado el desarrollo de esta a partir del cubo y su repetición rítmica. Esta repetición ritma nos permitirá mantener un crecimiento espacial modular, de forma ordenada y principalmente con una geometría capaz de adaptarse a las funciones requeridas del habitáculo.

Así pues se hace una primera aproximación de la forma para la vivienda (Fig.6). Esta figura madre se forma básicamente de una malla modular que en cierto momento puede ser capaz de realizar la repetición de un cierto módulo de la misma. Las dimensiones que se han propuesto para la vivienda flexible son de 6.00x7.00m, teniendo una altura de 6.00 metros en total. Debemos mencionar, que dichas dimensiones tienen la oportunidad de aumentar o

disminuir según sea el requerimiento del usuario.

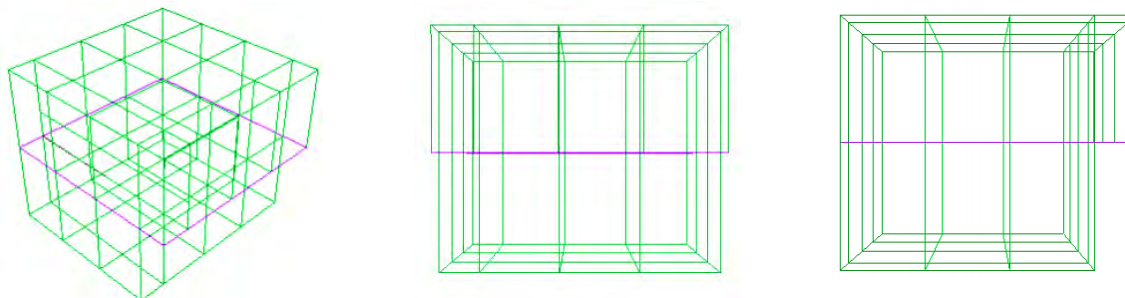


Fig.6 La morfología conceptual para la vivienda flexible parte de la modulación del elemento base que es el cubo. Esta subdivisión permitirá que en cierto momento pueda generarse el crecimiento o disminuir las dimensiones de la vivienda de una manera ordenada. FUENTE: Estancia de Investigación Arq. Lidia Itzel Hernández Vázquez: 2015

Como se observa en la figura, el cubo ha sido subdividido en partes más pequeñas. Estas a su vez son geoméricamente iguales y sus dimensiones son proporcionadas. Así pues, al modular la estructura base será más fácil la manipulación espacial para las transformaciones y adaptaciones requeridas de la vivienda. Por otro lado, dicha propuesta se hace para una vivienda de dos plantas puesto que se considera que el desarrollo espacial de la misma será de una mejor percepción estética.

Seguido de la estructura base, se ha de proponer el programa arquitectónico y del mismo modo, se deberá realizar un catálogo de las transformaciones físicas para la vivienda. Sin embargo, tal y como en el crecimiento de una célula, esta transformación deberá tener un límite dimensional que será delimitado por las cantidad de veces en el que pueda añadirse o retirarse un elemento de la estructura. Si bien, el objetivo de la vivienda flexible es que esta pueda ser adaptada y transformada a los requerimientos del usuario las veces que él las necesite, se deberá tomar en cuenta también su capacidad estructural.

Aproximación a la flexibilidad de la vivienda

En la búsqueda de soluciones estructurales en los que los espacios dentro de la vivienda puedan ser proyectados como adaptables y transformables, a partir de la generación de sistemas que puedan ser multiplicados geoméricamente se pretende llegar al diseño de espacios adaptables, partiendo de una conceptualización de la multiplicación de las moléculas, así como de las soluciones que en distintos proyectos se han dado para espacios multifuncionales y ligeros.

Del análisis que hemos desarrollado en el presente trabajo hemos definido:

- a) Que la metodología para el diseño de la vivienda flexible deberá ser a partir de la conceptualización de la multiplicación espacial, tal y como lo observamos en las moléculas.
- b) Dicha multiplicación espacial será geometrizada a partir de la repetición de un cubo descompuesto a su vez en cubos más pequeños, que serán constantes en la composición o descomposición de su forma.
- c) Para lograr dichos módulos repetidos, partiendo de los referentes analizados anteriormente, es conveniente la implementación de un sistema estructural basado en nudos y barras, que mediante ciertos elementos doten de sencillez en su ensamblaje y la adición o disminución de módulos.

Es importante mencionar que dichos parámetros son solo la primera aproximación para la flexibilidad habitacional que se busca solucionar, sin embargo, en estudios posteriores se le dará seguimiento para llegar a una posible solución.

Referencias Bibliográficas

Diccionario de la Real Academia Española. (En línea). Consultado por Internet el día 01 septiembre 2015. Dirección de Internet: <http://www.rae.es/>.

La Casa Moleculé. (En línea) Consultado el día 23 de Junio de 2015. Dirección de Internet: <http://www.molecule.com.ar/fotoscasa.htm>

Martín Gutiérrez, E. "El Movimiento Metabolista: Kisho Kurokawa y la arquitectura de las capsulas". (En línea) Consultado por Internet el día 20 de Junio de 2015. Dirección de Internet: http://ruc.udc.es/bitstream/2183/5206/1/ETSA_12-3.pdf

Morales Guzmán, C.C. "Diseño de sistemas espaciales de una vivienda flexible". Vol. 1, 2014, 7-17.