

# ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN DE LA LOGÍSTICA EN LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS FINALES EN LA INDUSTRIA MADERERA DEL ESTADO DE DURANGO

Varela Puga Juan Francisco<sup>1</sup> Márquez Sánchez Alfredo Gabriel<sup>2</sup>  
M.C. Reyes Sierra María Del Pilar<sup>3</sup> M.C. Ornelas Almonte Mauricio Gerardo<sup>4</sup>

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO

**Resumen**— Este trabajo se centra en la búsqueda de la identificación de parámetros que tienden a incrementar el valor de productos madereros, con el objetivo de ofrecer una perspectiva general de los puntos a considerar en el desarrollo de las operaciones.

El instrumento se aplicó a 68 empresas con un giro perteneciente al sector especificado. Los resultados se evaluaron con la prueba de Cronbach arrojando un índice de .807 con lo cual se obtuvo que las fallas del departamento de logística y cadenas de suministro son factor de aparición de costo, encareciendo el producto. Se ofrece una lista de mejoras para las empresas, orientada a conseguir implementar una óptima gestión logística de los procesos de la empresa, así como llevar un control de las mejoras buscando una mejora continua de los procesos de aprovisionamiento o distribución de la planta y realizar una evaluación de los controles y de las acciones emprendidas.

**Palabras clave**—proporcione cuatro o cinco palabras que servirán para identificar el tema de su artículo, separadas por comas.

## Introducción

Es incalculable el valor que toma la logística dentro de las organizaciones, sus fundamentos otorgan las bases para el correcto manejo de las acciones emprendidas por el bien de las empresas, actualmente la competitividad de las empresas se basa en el nivel de administración y cumplimiento de los planes logísticos proyectados, pues en relación a estos se cumplen con las metas de las compañías. El interés de los particulares podría describirse sencillamente como la constante búsqueda de la reducción de los costos, involucrando todos los aspectos, es por eso que un punto clave de la gestión logística es orientada a investigar como poder reducirlo.

El desarrollo de esta investigación está orientado a la identificación de parámetros que contribuyen a la aparición o generación de costos en los materiales o productos desde un ámbito logístico que realce los puntos negativos que tienen las instituciones analizadas, como bases para la clasificación de los mismos.

## Descripción del Método

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

Esta investigación fue realizada tomando en consideración las empresas involucradas en el sector maderero del estado de Durango, llevando a cabo un tipo de investigación exploratoria pues es considerable la falta de pesquisas anteriores a este respecto dentro del área local determinada, involucrando la búsqueda del cumplimiento de los objetivos establecidos así como de la identificación tacita del problema, el diseño de la investigación es cualitativo, no experimental, la encuesta como técnica, el cuestionario como instrumento de recopilación de datos e índices estadísticos como búsqueda de fiabilidad de los resultados.

<sup>1</sup> **Juan Francisco Varela Puga** estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Durango, Durango México 16041038@itdurango.edu.mx

<sup>2</sup> **Alfredo Gabriel Márquez Sánchez** estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Durango, Durango México 16041173@itdurango.edu.mx

<sup>3</sup> La **M.C. María del Pilar Reyes Sierra** es catedrática e investigadora por parte del Instituto Tecnológico de Durango, en el Departamento de Ingeniería Industrial mariapilareyes@gmail.com

<sup>4</sup> El **M.C. Mauricio Gerardo Ornelas Almonte** es catedrático del Instituto Tecnológico de Durango, en el Departamento de Ingeniería Industrial mauri.gera@yahoo.com

### Referencias bibliográficas

Cualquier sistema de administración de las empresas que se preocupe por la logística está formado por el enfoque dinámico de la organización, y a su vez está integrado por cuando menos tres subsistemas principales: el de control, el operacional y el organizacional. (Ballou, 2004)

La cadena de suministros se puede describir como el resultado de llevar a cabo una serie de pasos encaminados a satisfacer los requerimientos de los clientes, tales como la planeación, el implementar y controlar de manera óptima el manejo y el almacenamiento de materia prima, el producto en proceso, los productos terminados y la información pertinente desde el origen hasta el punto de consumo final, de manera eficiente y al menor costo. (Bowersox, 2007)

La principal finalidad de la logística es el incrementar la competitividad, reuniendo y conservando una cartera de clientes al mismo tiempo que se preocupa por los beneficios económicos generados por la puesta dentro del mercado así como la producción de los bienes o servicios ofertados; de acuerdo al nivel de interacción de las partes listadas anteriormente: colocación física, el abastecimiento del material, el flujo de la información, el análisis de la demanda, la atención al cliente y el control del nivel de inventarios.

(Mora,2010)

Los costos logísticos son desembolsos en los que la empresa u organización se ven involucrados para determinar un nivel de servicio a sus clientes y proveedores. Actualmente existen varias formas para su clasificación como lo son los costos de distribución, costos de suministro físico y los costos de servicio al cliente.

(Soret, 2010)

### Comentarios Finales

En cualquier investigación futura que sea realizada para conocer los elementos que influyen en la determinación del costo final deberán de tomar en cuenta principalmente las características geográficas y de distribución que interfieran en el desarrollo de las actividades económicas de la empresa, pues será en base a estos parámetros a través de los cuales podrá ser fácil el establecer el punto de partida para conocer que tanto influyen en el precio del producto o material.

Para los encargados de la distribución física de las empresas es recomendable el utilizar alguna de las metodologías que establezcan el acomodo de cada una de las secciones de la fábrica, el uso de software de control de variables de correlación así como la representación gráfica de los departamentos a través de un layout que tome en cuenta las medidas reales de la planta con el objetivo de facilitar la implementación de los distintos flujos de proceso que lleven a cabo las actividades de manera óptima.

Los resultados producto de esta investigación contribuyen a ofrecer un enfoque organizacional a las empresas madereras que se encuentran dentro del área geográfica delimitada, con lo cual se pretende dar un orden de los puntos que se deben de tomar en consideración para establecer los distintos métodos de aprovisionamiento y de distribución de la materia prima que sea utilizada y transformada por los distintos productores. Cabe destacar que en este lugar no existe conocimiento de algún estudio que de precedentes de las características a considerar dentro de la implementación de planes logísticos dentro de la organización en las empresas de este tipo.

### Resumen de resultados

Los resultados son analizados a partir del análisis estadístico de fiabilidad de Cronbach (Tabla 1) e igualmente se realizó la prueba KMO (Tabla 2), análisis con los cuales se pretende establecer un índice de confiabilidad de los datos recopilados.

Resumen de procesamiento de casos				Estadísticas de fiabilidad		
		N	%			
Casos	Válido	68	100.0	Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
	Excluido <sup>a</sup>	0	.0			
	Total	68	100.0			
				.809	.784	21

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Tabla 1 Fuente Elaboración propia, Cálculo de la fiabilidad de Cronbach.

### Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.670
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	372.676
	gl	210
	Sig.	.000

Tabla 2 Fuente Elaboración propia, Cálculo del índice KMO y Bartlett.

En relación con lo encontrado es fácil observar que existe una amplia relación entre la aplicación de planes logísticos dentro de las empresas con los cuales se va a determinar el nivel de incremento de los costos. Las estrategias utilizadas en el presente arrojan resultados negativos pues no existe una evaluación constante a estos planes por lo que con el paso del tiempo resultan obsoletos pues las condiciones cambian constantemente y es en base a estas con las que se deben de realizar modificaciones a los planes que se establezcan,

Las actividades dentro de las empresas deben de estar reguladas, así como también orientadas a la búsqueda de la reducción de los costos de producción pues esto repercute directamente en el precio final del producto. La gestión de los puntos logísticos claves de la organización debe de incluir puntos de orden en el aprovisionamiento de las materias primas hasta la entrega del producto al cliente, por lo que también debe de existir un control que evalúe constantemente las acciones buscando la mejora continua y brindando el soporte en las áreas en las que se identifiquen debilidades causantes de la aparición de problemas que sean propensos a generar costos.

El proceso de gestión logística debe de involucrar el facilitar la interacción entre el área encargada de la producción, así como el abastecimiento de los productos que estos manufacturaran, si bien, se conoce que dentro de los planes logísticos se busca la reducción de tiempos de traslado, se deben de considerar dentro de estos planes para eliminar o reducir costos de transporte.

### Conclusiones

Los datos analizados a partir del instrumento muestran una falta de contribución hacia los planes logísticos elaborados dentro de la empresa. Diversos parámetros claves como los traslados se considera que se realizan de forma constante generando costos. Las acciones no generan valor agregado sino más bien son portadoras de costos de fabricación que repercute directamente en el consumidor el cual debe de soportar el gasto.

Los planes logísticos no son considerados eficientes dentro de las organizaciones y la falta de una evaluación constante a estos hace que no se cuente con planes de respaldo que consideren puntos no evaluados o puestos en consideración para el correcto funcionamiento de la cadena de suministros.

El abastecimiento no es considerado dentro de los planes logísticos lo cual repercute en la falta del material periódicamente y en general de la poca satisfacción de la demanda provocando escasez de diversos productos generando un aumento del costo dentro del mercado de consumo que utiliza estos productos.

Los administrativos deben de considerar el llevar a cabo una revisión de los planes establecidos, así como del nivel de funcionamiento de la cadena de suministros realizando los cambios que sean identificados y se consideren necesarios para la eliminación de costos generados a partir de las condiciones actuales.

### Recomendaciones

De acuerdo con los valores de correlación encontrados en el estudio se muestra que existen dos principales problemáticas dentro de las distintas organizaciones, las cuales son el diseño de la planta en relación con el costo final del producto, así como el análisis y las técnicas de la evaluación a la red de logística, por lo tanto, se considera que es necesaria la implementación de las siguientes sugerencias:

Para la distribución como generadora de costo

- Se debe considerar una redistribución de la planta para conseguir el reducir los tiempos de traslados y demoras dentro del área de producción y procesos, esto evitara que se encarezca el material debido a la falta o a la escasez de estos mismos dentro del mercado
- La búsqueda de un plan de control logístico que este orientado a la reorganización de los procesos como bases para la disminución de los costos finales y que se enfoque en la habilitación de las partes que se consideren críticas dentro del proceso

- Los planes de distribución deben de considerar que existen materiales más requeridos que otros entonces estos en particular deben ser orientados a la reducción de los desperdicios que se incurran dentro de las tareas de transformación.

Para el control técnico de la logística en la empresa

- Se debe de realizar el diseño de una cadena de suministro que emplee alguna manera de optimizar las acciones para evaluar de manera sistemática las distintas alternativas que involucren esta misma delineación de parámetros a seguir.
- Establecer los requerimientos de datos para analizar el diseño de la cadena de suministro misma, tales datos a recopilar deben ser: la determinación del producto dentro del mercado de consumo-venta, el establecimiento y diseño continuo de la red de distribución, la demanda del cliente y los costos que son establecidos para el transporte de los traslados determinados dentro de la misma red.
- Se debe de incluir la planeación de evaluar constantemente una gran cantidad de alternativas para el análisis del diseño de la cadena de suministro
- Es recomendable la concentración de los itinerarios y la programación previa del equipo de transporte a utilizar dentro de las áreas encargadas de la distribución para lograr la utilización de los vehículos y los conductores de manera óptima y eficiente tomando en consideración diversos puntos para el establecimiento de distintas señalizaciones de control para la utilización de las rutas, tales como: la agrupación de las distintas entregas para formar rutas de acuerdo a sus características individuales de entrega, delimitar una secuencia estratégica de entrega para darle la atención que cada uno de los clientes requiera, la utilización de vehículos de acuerdo a las características que cada uno de los traslados de materia prima sea requerido en relación con lo establecido en el diseño de la cadena de suministro, por último, es necesaria la programación de las entregas de acuerdo con las entregas que sean requeridas lo cual debe de establecerse para reducir la holgura de incertidumbre que exista entre las distintas entregas a realizar.
- Es necesario el considerar la toma de decisiones que optimicen las capacidades de manejo del inventario con el fin de que sea considerado como un parámetro de administración enfocado en cumplir los niveles de servicios esperados con la mínima inversión, es clave la consideración de dos distintas técnicas de establecimiento de inventario las cuales se pueden considerar como:
  1. La técnica de inventario analítico, la cual considera principalmente la satisfacción de los objetivos del servicio esperado, igualmente parte de las características con la que cuente la demanda, así como el ciclo de desempeño del inventario y los procesos gracias a los cuales se establecen los cálculos necesarios para su determinación y tiene como meta una inclusión de los parámetros óptimos del inventario en su totalidad.
  2. La técnica de simulación de inventarios, este método origina un modelo matemático del inventario y ofrece la probabilidad que tendrá el ambiente operativo existente en el momento actual.

Para la evaluación y control de los métodos logísticos dentro de la empresa.

- La empresa debe de considerar la implementación de planes de evaluación como las guías para conseguir la reducción del costo final del producto, estos ayudaran a enfocar el proceso de manera óptima y que resulte de la eliminación de procesos que integren resultados poco favorables y encarezcan el producto.
- Las evaluaciones tienen que estar direccionadas por personal que conozca ampliamente los puntos críticos donde se considera que existen las acciones del proceso que involucran desperdicios de tiempo o materiales.
- Llevar a cabo las evaluaciones de manera constante y apegada a una estimación programada cada cierto periodo.

### Referencias

- Mora, García, Luis Aníbal. Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos, Ecoe Ediciones, 2010. ProQuest
- Ronald H. Ballou. (2004). Logística: administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación de México.
- Donald J. Bowersox David J. Closs M. Bixby Cooper. (2007). Administración y logística en la cadena de suministros. Michigan: McGraw-Hill.
- Ignacio Soret Los Santos. (2010). Logística y operaciones en la empresa. Madrid:
- TREJOS NOREÑA, Alexander. (Mayo/27/2018). Gestión de Almacenes. 04/05/2019, de Ferse Logística Sitio web: <http://www.ferselogistic.com/gestion-de-almacenes/>
- Bryan Salazar López. (2016). GESTIÓN DE ALMACENES. 02/05/2019, de Ingeniería Industrial Online Sitio web: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-de-almacenes/>
- Navarro, Katherine Salas. (2011). Analysis of Supply Chain Wood and Furniture Sector in the Caribbean Region of Colombia. 02/05/2019, de Universidad

Princewaterhousecoopers. (2008). Manual práctico de logística. 02/05/2019, de Pillot Sitio web:  
[https://issuu.com/ajajazz/docs/manual\\_de\\_logistica](https://issuu.com/ajajazz/docs/manual_de_logistica)

### Notas Biográficas

**Juan Francisco Varela Puga** estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Durango, Durango México 16041038@itdurango.edu.mx

**Alfredo Gabriel Márquez Sánchez** estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Durango, Durango México 16041173@itdurango.edu.mx

La **M.C. María del Pilar Reyes Sierra** es catedrática e investigadora por parte del Instituto Tecnológico de Durango, en el Departamento de Ingeniería Industrial mariapilareyes@gmail.com

El **M.C. Mauricio Gerardo Ornelas Almonte** es catedrático del Instituto Tecnológico de Durango, en el Departamento de Ingeniería Industrial mauri.gera@yahoo.com

### Apéndice

Instrumento aplicado, con una escala donde de acuerdo vale 1 y muy en desacuerdo vale 4.

1. ¿Existe un cumplimiento de las normas internas en la gestión de la organización?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
2. ¿Los factores que intervinieron para el diseño de su red logística son acordes a las condiciones actuales de la organización?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
3. ¿Cuál es el grado de cumplimiento del manual de la organización y las funciones?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
4. Periódicamente existe una revisión del control interno en el seguimiento de resultados  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
5. ¿En qué medida se siguen estrictamente estos planes de distribución de la institución?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
6. En caso de algún inconveniente, ¿qué tan efectivos se consideran los planes de respaldo?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
7. ¿La cadena de suministros actual es considerada buena?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
8. ¿Los involucrados en el suministro de materia prima son óptimos dentro de las especificaciones del precio?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
9. ¿Es vital el almacenamiento dentro de la organización como vía para la generación de valor agregado?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
10. ¿Las labores de manejo de los materiales en el inventario han provocado algún tipo de desplome en el valor del producto?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
11. ¿Es óptimo el grado de eficiencia en la administración del almacén?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
12. ¿Considera que las acciones llevadas a cabo tanto en la selección de la cadena de suministro como en las redes de distribución son determinantes y agregan valor a su producto?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
13. ¿Es observable la diferencia de precio cuando ha cambiado de alguna manera la red logística?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
14. ¿Bajo las condiciones actuales de infraestructura de transporte, se cuenta con un buen modelo de traslados?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
15. ¿El transporte del producto final es determinante para establecer el precio del mismo?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
16. ¿Qué tan importantes considera usted que son las condiciones demográficas para el establecimiento del precio de sus artículos?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
17. ¿La distribución de la planta está dirigida a influir en el precio final?  
▶ De acuerdo ▶ Moderadamente de acuerdo ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
18. ¿Los puntos de distribución del producto están conformes con el precio que usted les otorga?

- ▶ De acuerdo   ▶ Moderadamente de acuerdo   ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
19. ¿A mayor abastecimiento de distintos materiales mayor será el valor agregado en el producto?  
▶ De acuerdo   ▶ Moderadamente de acuerdo   ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
20. ¿Las técnicas de evaluación de su red logística son las correctas?  
▶ De acuerdo   ▶ Moderadamente de acuerdo   ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo
21. ¿El valor agregado generado a partir de sus parámetros organizaciones es el óptimo?  
▶ De acuerdo   ▶ Moderadamente de acuerdo   ▶ En desacuerdo ▶ Muy en desacuerdo

(Vergara & Cruzado, 2016)

# Problemática de la deserción universitaria en el estado de Guanajuato

Dr. Juan Iván Vázquez García<sup>1</sup>, Mtro. Luis Gerardo Rea Chávez<sup>2</sup>

**Resumen**— La deserción estudiantil ha sido una preocupación permanente, en muchas ocasiones los estudiantes no logran concluir en tiempo y forma su estudios. Varias investigaciones aportan una amplia diversidad de causas posibles, desde factores personales hasta implicaciones de carácter institucional. Sin embargo, estos estudios suelen analizar datos, al entrevistar a los desertores. En este estudio les preguntamos sus motivos para abandonar los estudios y por sus actividades actuales. Aunque hay diversas razones para el abandono, la variedad no es muy grande. Discutimos algunas medidas para incrementar la retención y otras que no mejorarían la situación.

**Palabras clave**— Estudios, alumnos, deserción, escuelas, sociedad.

## Introducción

La deserción de estudiantes universitarios ha sido una preocupación por décadas, dando lugar a numerosos estudios y propuestas de mejora (Tinto, 1987; Anuiés, 2000; González, 2006). Sin embargo, a pesar de múltiples propuestas y políticas, el problema parece imbatible. Este apartado presenta datos del seguimiento de desertores de las áreas de las universidades del estado de Guanajuato. Se eligieron estas porque que exhiben, a primera vista, problemas graves: en varias carreras la tasa de titulación, después de cinco años, se sitúa por debajo del 30 por ciento.

El estudio trata de responder a dos carencias metodológicas que, según nuestra revisión de la literatura, caracterizan a la mayoría de las investigaciones. La primera concierne a la medición del tamaño del problema: prácticamente todos los estudios proceden a comparar datos del primer ingreso con cifras sobre el egreso o la titulación cinco años más tarde, para concluir que pocos jóvenes consiguen terminar sus estudios en tiempo y forma. Los que no lo logran –la mayoría– son considerados como desertores.

Aunque reciban estas etiquetas poco amables, generalmente no se indaga sobre el destino de los que desaparecieron de las estadísticas de la administración escolar. Algunos estudios (Malette y Cabrera, 1991; Adelman, 1999) indican que parte de estos desertores pueden haberse inscrito en otras carreras o instituciones, o incorporado al mercado de trabajo, tal vez con más éxito que los que persistieron. Si es así, sería dudoso rotularlos como desertores.

Así, un primer objetivo de este estudio es indagar qué pasó con los que abandonaron su carrera. Una segunda carencia investigativa se refiere a las causas de la deserción. Aquí, el creciente número de investigaciones ha llevado a revelar un progresivo número de potenciales factores de explicación, que varían desde características personales hasta factores institucionales, sociales y económicos. Los análisis de estos factores suelen comparar a los que terminaron con los que fracasaron, y detectar que, efectivamente, la deserción se relaciona con una amplia variedad de factores. Pero como estos estudios analizan trayectorias estudiantiles, carecen de información sobre el desertor mismo. En este estudio se entrevistó a los desertores para saber cuáles fueron las razones que les hicieron abandonar la carrera.

## Descripción del Método

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

La Secretaría de Educación de Guanajuato (SEG) anota al pie de página que sólo se contempla la deserción intracurricular, es decir, el abandono que ocurre durante el ciclo escolar, para ello utiliza la estadística oficial de fin de ciclo del sistema de control escolar. Esta definición es la que se maneja a nivel nacional, por lo que el sistema de control escolar estatal no puede modificarla y las cifras e índices que se presentarán más adelante implican un comparativo con la estadística nacional que serán las referidas en los datos oficiales.

Con base en este indicador, es posible determinar la permanencia del alumnado dentro del sistema educativo durante el ciclo escolar de referencia, sin embargo, la pérdida de niños y niñas de un ciclo escolar a otro, es decir, la deserción extracurricular, no aparece en las cifras oficiales.

<sup>1</sup> Dr. Juan Iván Vázquez García, Es Profesor de Tiempo Completo (PTC) en la División de Ciencias Económico Administrativas en la Universidad de Guanajuato. [jivan@ugto.mx](mailto:jivan@ugto.mx)

<sup>2</sup> Mtro. Luis Gerardo Rea Chávez, Es Profesor de Tiempo Completo (PTC) en la División de Ciencias Económico Administrativas en la Universidad de Guanajuato. [lgreachavez@ugto.mx](mailto:lgreachavez@ugto.mx)

Para efectos de este trabajo de investigación se contemplan ambos tipos de deserción, que sumados hablan de la magnitud real del problema. Así la definición que se utilizará para describir el fenómeno del abandono escolar es: la suma de niños y niñas que abandonan la escuela durante el ciclo escolar y los que dejan de asistir entre un ciclo escolar y otro. Partiendo de esta noción se propone el siguiente indicador de eficiencia:

$$\frac{(di_t + de_t) * 1000}{m_t}$$

Donde:

$di_t$ : Deserción intracurricular en el ciclo escolar  $t$

$de_t$ : Deserción extracurricular entre el ciclo escolar  $t$  y  $t + 1$

$m_t$ : Matricula inicial del ciclo  $t$ .

$t$ : Ciclo escolar de referencia.

#### Ilustración 1 Formula de cálculo deserción escolar

A pesar de múltiples investigaciones y recomendaciones, la deserción dista de ser resuelta. Como indica Tinto (1989), para el caso norte- americano, la tasa de deserción se ha mantenido prácticamente constante en alrededor del 45% a lo largo del siglo XX, a pesar de drásticos cambios en el sistema educativo y en el número de estudiantes. Un problema fundamental consiste en estimar el tamaño real del fenómeno. Los datos de Tinto (1989) se derivan de una forma rudimentaria de medición: el cálculo se realiza a partir de “cohortes aparentes” (Martínez, 2001), es decir, se compara el número de egresados en un año con el primer ingreso cinco años antes, presuponiendo que toma en promedio cinco años para completar una carrera.

Los cálculos por “cohortes reales” pintan un panorama aún más pardo. ANUIES (2000: 53) cita un estudio que señala “de 100 alumnos que ingresan a la licenciatura, 60 terminan las materias del plan de estudios cinco años después y, de éstos, 20 se reciben. De los que se reciben, sólo el 10% lo hace a edades de 24 o 25 años; los demás lo hacen entre los 27 y los 60 años.” Así, como estimación, podemos decir que alrededor de la mitad de los estudiantes mexicanos logra terminar los cursos requeridos en un periodo de cinco años y que alrededor de un 10% se titula dentro de este lapso.

#### Resultados

En este sentido se opta por hacer el seguimiento de desertores en las áreas de ingenierías y de ciencias que en estas dos áreas el problema pareciera particularmente preocupante: la mayoría de las carreras reporta una tasa de titulación, por cohorte aparente, de menos de 30%, después de cinco años (tabla 1).

Áreas	Ciencias Exactas			Ingeniería y Tecnología			Total		
Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Primer ingreso	243	226	258	1582	2687	3079	7794	9505	11383
Reingreso	490	447	613	7602	8589	10707	24270	29429	38380
Total	733	673	871	9184	11276	13786	32064	38934	49763
Egresados	79	36	59	1659	940	1311	10057	4030	6073
Títulos expedidos	32	10	36	727	373	740	4322	1749	3795
Títulos 2010/ingreso 2012	4.1%			23.6%			22.4%		
Egreso 2013/ingreso2015	14.8%			59.4%			51.7%		
Títulos 2016/ingreso 2017	15.9%			27.5%			39.9%		
Egreso 2018/ingreso2019	26.1%			48.8%			63.9%		

Tabla 1 Ingresos y egresos en universidades estatales

La tabla 1 confirma que los datos demuestran los mismos vaivenes que se observan a nivel nacional e internacional: la matrícula va en aumento, pero el número de egresados y titulados sube y baja. La tasa de egreso, por cohortes aparentes, se sitúa alrededor del 50%, la tasa de titulación en un 20%. Un dato interesante es que

los indicadores pueden mejorar sin que se optimicen los resultados netos: en 2014 se tenía una matrícula mayor que en 2010, pero se reportó menos egresados y titulados.

Dedicación actual	N	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Trabajo	382	51.4	51.4
Estudiar la misma carrera	21	2.8	54.2
Estudiar otra carrera	237	31.9	86.1
Estudiar en otra universidad	73	9.8	96.0
Nada, desempleado	12	1.6	97.6
Ama de casa, hijos	12	1.6	99.2
Buscando empleo	6	0.8	100
Total	743	100	
No contestó	12		
<b>Total</b>	<b>749</b>		

Tabla 2 Dedicación

Además, según el mismo estudio, el problema de desempleo es más grave para aquellos que egresaron de las ciencias, donde se registra una tasa neta de desempleo del 12.8%. Otros estudios sobre la juventud mexicana señalan que alrededor de una tercera parte de los jóvenes se encuentra sin trabajo o han conseguido trabajo pero en condiciones tan precarias que siguen viviendo por debajo de la línea de pobreza (Márquez, 2008). Un tercio de los jóvenes es caracterizado como “NINI”: ni estudian ni trabajan. En este contexto, llama la atención que el 96.0% de los desertores en nuestro prototipo, estudian o trabajan.

Se resalta entonces que la mayoría de los desertores no debería ser considerada como tal, y mucho menos como fracaso. Sin embargo, parece haberse realizado un balance entre costos y beneficios para actuar como un homo economicus (St. John et al., 2000). Las elecciones que hicieron parecen tener sentido, ya que no terminaron como desempleados, ni parecen haber causado costos financieros para el sistema o la sociedad.

#### *Razones para la deserción*

Para explorar las causas de la deserción, se preguntó a los desertores calificar 24 reactivos (en escala Likert, que contempla desde 0 = nada, hasta 5 = mucho). Las razones reportadas (de mayor a menor importancia) por los desertores son las siguientes (tabla 3):

Si se comienza por los factores de relativa importancia, se destaca que, contrario a otros estudios, parece influir muy poco el apoyo familiar, el embarazo, el domicilio o el ambiente social de la carrera. Factores como los laboratorios o la infraestructura, las habilidades de aprendizaje o la situación económica también parece tener poco peso en la decisión.

Los factores principales son los horarios complicados y el hecho de que el estudiante trabaja, la vocación ligada al perfil de la carrera y el desempeño académico, con aspectos como la reprobación, la dedicación y disciplina, la dificultad de materias y los métodos de enseñanza.

En la prueba de confiabilidad, los primeros siete factores resultaron tener valores propios (eigenvalues) mayores de 1, y explican el 61% de la varianza. Los demás factores influyen menos en la explicación. Así, la deserción parece deberse principalmente a tres factores: los horarios, la vocación y la reprobación.

Factor	N	Media	Desviación Estándar	% que indicó "Mucho"
1. Horarios complicados	743	2.24	1.834	16.4
2. No era vocación	744	2.10	1.973	19.9
3. Dedicación y disciplina	744	2.06	1.574	5.8
4. Empecé a reprobar	743	2.05	1.626	7.9
5. Perfil de la carrera	744	2.03	1.834	13.4
6. Dificultad materias	744	1.95	1.555	6.2
7. Trabajaba	743	1.85	2.036	18.4
8. Métodos de enseñanza	743	1.81	1.53	4.4
9. Actitud de profesores	744	1.71	1.569	6.0
10. Campo laboral difícil	742	1.70	1.611	5.9
11. Situación económica complicada	744	1.64	1.808	11.3
12. Habilidades de aprendizaje	743	1.43	1.402	2.4
13. Estado de ánimo	744	1.33	1.465	3.8
14. Laboratorios, equipos	743	1.33	1.487	3.1
15. Problemas de difícil solución	743	1.28	1.758	8.9
16. Ambiente estudiantil	739	1.05	1.375	3.8
17. Dificultad de relacionarse con compañeros	742	1.03	1.374	3.1
18. Carrera no muy útil	742	0.91	1.248	1.7
19. Estado civil	744	0.78	1.421	4.2
20. Desde inicio no estaba convencido	740	0.74	1.197	2.4
21. Lugar de domicilio	743	0.72	1.214	3.1
22. Embarazo	744	0.48	1.298	5.2
23. Mi familia no estaba de acuerdo	742	0.44	0.902	0.9
24. No era importante para mi familia	743	0.41	0.873	1.3

Tabla 3 Razones para el abandono universitario

### Conclusiones

Una primera observación que surge del seguimiento de desertores es que el problema quizá no sea tan grave como se presenta. En años recientes, documentos oficiales, particularmente el Programa Integral de Fortalecimiento Institucional, han sugerido una eficiencia terminal del 70% como meta y han invitado a las carreras y universidades a someter propuestas al respecto (SEP, 2011). Pero quizá esta meta es poco realista y la fijación en el indicador puede llevar a medidas equivocadas.

Según nuestros datos, aproximadamente la mitad de los desertores indica haberse trasladado a otra carrera o universidad. Abandonaron la carrera inicial, pero no el sistema. Si a estos jóvenes no les consideramos como desertores, los datos de deserción cambian de manera radical: si hay un 50% de deserción registrada por carrera, pero la parte de ellos sigue en el sistema, la tasa real se ubicaría en un 25%.

Una segunda observación es que el problema no es tan complicado como a veces se presenta. En nuestro caso, la deserción se debe en gran medida a la incompatibilidad de estudios y trabajo, y a la falta de vocación. Ambos factores se relacionan con la reprobación. En tiempos de creciente masificación, con una mayor diversidad de estudiantes, otros factores juegan un papel, pero son de menor importancia. Un peligro, en el terreno de políticas, es presuponer que la deserción obedece a un sinnúmero de factores, por lo cual habría que emprender múltiples políticas de retención. Otro peligro es especular, con poca evidencia, que el problema se debe básicamente a un solo

factor, como la falta de preparación previa del estudiante, por lo cual habría que introducir cursos adicionales. En realidad, varias de estas políticas tendrían poco impacto.

Una tercera observación es que, la eficiencia terminal se ha mantenido en un 50% alrededor del mundo, con pocas mejoras a lo largo del tiempo. Ciertas carreras, como las ingenierías y las ciencias en nuestro estudio, suelen de forma tradicional ser más exigentes que otras, y mostrar tasas de graduación más bajas. Ello no significa que se deba aceptar a la deserción como un hecho inevitable, ni que las universidades puedan olvidarse de emprender acciones para mejorar la atención y retención de estudiantes. Más bien, implicaría reconocer que hay una diversidad de educandos, que pueden tener una perspectiva distinta que los académicos, los administrativos, o los diseñadores de políticas. Para los últimos, la eficiencia terminal o la tasa de titulación son preocupaciones, porque influyen en el prestigio, la acreditación y el financiamiento. Pero parte de los estudiantes ingresa al sistema como “exploradores”, para ver si les gusta la carrera. Si no, se sienten libres de elegir algo distinto. No parecen preocuparse por los indicadores. Quizá más que enfatizar la eficiencia terminal de cada carrera, habría que pensar en la flexibilidad curricular y la movilidad dentro del sistema, y fijarse en el número de titulados.

Las condiciones socio-económicas juegan un papel más importante que el clima organizacional o el acoplamiento entre estudiante y universidad. Sin embargo, nuestros datos también apuntan hacia una cierta contradicción en las políticas de una universidad pública: por un lado, proclama apoyar a los jóvenes de bajos ingresos con colegiaturas bajas y becas, pero por el otro selecciona a los más calificados y prácticamente exige estudiantes de tiempo completo. Eso lleva a que los educandos de bajos ingresos sean expulsados (o que se retiren) no por razones de pobreza, sino porque resulta imposible combinar los estudios con un trabajo.

Lo que resulta preocupante en este aspecto es que, como resultado de los cambios curriculares durante las últimas décadas, los horarios se han vuelto más pesados e inflexibles. Sin embargo, se trata de una cuestión de administración curricular, circunstancia que le corresponde directamente a la institución solucionar.

Por consecuencia, la deserción no resulta ser un asunto tan grave o complicado como a veces es presentado. Al mismo tiempo, el análisis de las razones que indican los desertores sugiere que hay medidas sencillas al alcance de la universidad para mejorar la atención a los estudiantes. El principal problema parece ser la decepción que sienten con la carrera en que se inscribieron. Para atender este problema, se debe empezar por dejar de rotular a los que cambian de opinión como desertores. Más bien, son decepcionados y habría que pensar en acciones que mejoren su atención.

### *Recomendaciones*

A partir de los factores que se distinguen, ¿qué podrían hacer las carreras para mejorar la retención? y ¿cuáles serían las acciones negativas?

La acción más importante sería flexibilizar los horarios de tal manera que un estudiante logre combinar sus estudios con actividades laborales. En la actualidad, la organización curricular, parte de la idea de que el educando debe dedicarse de tiempo completo a los estudios, y que tiene que asistir a clases en los horarios que disponen la carrera o, más bien, los profesores. Los planes de estudio contemplan una gran cantidad de materias; hay más de 50 a cursar, preferiblemente dentro de cinco años.

Lo anterior no refuta que la situación económica de los estudiantes juegue un papel en la deserción, y que con menos ingresos tiendan a trabajar. Sin embargo, la principal razón que indican para su abandono son los horarios complicados. Además, desde una perspectiva comparativa, los desertores no trabajan más que los estudiantes de otros países. Aunque, en otros países parece resultar más fácil combinar estudios con trabajo.

Una forma de atender este problema es a través de becas dirigidas a personas de bajos ingresos. Pero queda la pregunta de si de todos modos no resultaría más adecuado ajustar los horarios para que de cualquier nivel de ingresos, puedan trabajar. Adicional a esto, se podría pensar en poner atención especial para el caso de carreras vocacionales, en currícula donde se reconociera la experiencia laboral.

El caso de aquellos que desertan porque la carrera no resultó ser su vocación es más complejo. Una respuesta institucional lógica, a primera vista, ha sido proponer una mejor orientación vocacional desde la escuela preparatoria. Sin embargo, una característica destacada del grupo que abandona por falta de vocación es que suele contar con un capital familiar educativo más alto y con un buen promedio. Por lo tanto, calificarían como los mejor preparados e informados.

Como supuesto, es fundamental incrementar los requisitos para el ingreso, como un promedio más alto de la escuela preparatoria, un puntaje mayor en el examen de admisión o incluso introducir exámenes adicionales específicos para cada área. Sin embargo, como observamos, tanto el promedio como el resultado del examen influyen poco en la decisión de abandonar.

Al mismo tiempo, cabe considerar que una mejor orientación vocacional y mayores requisitos de ingreso podrían producir efectos no deseados, ya que ambas acciones llevarían básicamente a restringir el primer ingreso.

Como la deserción se calcula a partir de la comparación entre el primer ingreso en un año con el egreso cinco años más tarde, reducir el ingreso podría efectivamente mejorar el indicador. Pero en la práctica, puede llevar a que, a lo largo del tiempo, no sólo decrece el número de ingresados, sino también la cantidad de egresados.

Una de las posibles soluciones, que se pueden considerar es que se lleven a cabo cursos remediales, sobre todo en el primer semestre. Según nuestros datos, la reprobación efectivamente es un factor importante para renunciar a los estudios. Pero cabe reparar nuevamente en el hecho de que tanto el promedio de la escuela preparatoria como el examen de admisión guardan poca relación con la reprobación, como tal, parece que se debe más a la falta de motivación o a los horarios complicados que a una falta de preparación académica. Existe el peligro de que los cursos remediales en los hechos se conviertan en un filtro de selección, adicional al promedio de la escuela preparatoria o el examen de admisión. Además, suelen aumentar el número de cursos, con lo cual los horarios se volverían aún más complicados. Quizá, más que pensar en cursos remediales, habría que contemplar actividades introductorias que sirvan para interesar al estudiante en la carrera.

Finalmente, cambiar los requisitos para la titulación, como lo han hecho casi todas las carreras, tampoco parece contribuir mucho: la mayoría de los desertores abandona sus estudios antes de terminar sus créditos.

### Referencias

- Adelman, C. (1999). *Answers in the tool box: Academic intensity, attendance patterns, and bachelor's degree attainment*. Washington, DC, u.s. Department of Education, Office of Educational Research and Improvement.
- ANUIES (2000). *La Educación Superior en el Siglo xxi. Líneas estratégicas de desarrollo*.
- Cabrera, A., M. Castañeda, A. Nora, D. Hengstler (1992). "The Convergence between two theories of college persistence." *Journal of Higher Education*, Vol. 63, núm 2, pp. 143-164.
- Casillas, M., R. Chaín y N. Jácome (2007). "Origen social de los estudiantes y trayectorias estudiantiles en la Universidad Veracruzana", *Revista de la Educación Superior*, Vol. xxxvi, núm. 142.
- CEPAL (2003). "Elevadas tasas de deserción escolar en América Latina," en CEPAL (2003) *Panorama Social de América Latina 2001–2002*, Santiago de Chile, Co- misión Económica para América Latina y el Caribe, <http://www.eclac.cl> [Consulta: 01/03/2005].
- De Garay, A. (2004). *Integración de los jóvenes en el sistema universitario*, Barcelona, Editorial Pomares.
- De Vries, W. e Y. Navarro (2011). "¿Profesionistas del futuro o futuros taxistas? Los egresados universitarios y el mercado laboral en México", *Revista Ibero- americana de Educación Superior*, Vol. II, núm. 4.
- Donoso, S., y E. Schiefelbein (2007). "Análisis de los modelos explicativos de retención de estudiantes en la universidad: una visión desde la desigualdad social", *Estudios Pedagógicos*, Vol. xxxiii, núm. 1, pp. 7-27.
- Martínez, F. (2001). "Estudio de la eficiencia en cohortes aparentes", en ANUIES (2001), *Deserción, rezago y eficiencia terminal en las IES. Propuesta metodológica para su estudio*, México, ANUIES, <http://www.anui.es.mx/anui.es/libros98/lib64/ indice.html> [Consulta: noviembre 2010].
- Metz, G. (2004). "Challenge and changes to Tinto's persistence theory: A historical review", *Journal of College Student Retention*, Vol. 6, núm.2, pp. 191-207.
- OCDE (1997) *EXÁMENES de las políticas nacionales de educación*. México. Educación superior, París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- SEP (Secretaría de Educación Pública) (2011), *Módulo de acceso Guía PIFI 2010- 2011*, <http://pifi.sep.gob.mx/guias/guia.php>. [Consulta: 29/03/2011].
- Tinto, V. (1998). "Colleges as communities: Taking research on student persistence seriously", *The Review of Higher Education*, Vol. 21, núm. 2, pp. 167-177. Tinto, V. (1993). *Leaving college: rethinking the causes and cures of student attrition*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Zuñiga, M. G. (2006). *Deserción estudiantil en el nivel superior. Causas y solución*, México, Trillas.

# VERIFICACIÓN POR EL MÉTODO DEL ELEMENTO FINITO DE LA FRECUENCIA NATURAL DE ÁLABES PARA TURBINAS EÓLICAS DE EJE HORIZONTAL

Ing. Miriam Vázquez Padilla<sup>1</sup>, Dr. Erasmo Cadenas Calderón<sup>2</sup>,  
Dr. Víctor López Garza<sup>3</sup>

**Resumen**—El método del elemento finito es un procedimiento numérico que puede ser aplicado a una infinidad de problemas en ingeniería. El objetivo de la investigación fue determinar la frecuencia natural de los modos de vibración de tres diseños de álabes para turbinas eólicas de 30 KW, de acuerdo con datos de velocidades específicas tomados estadísticamente, con tres distintos materiales en cada uno de los álabes. Además, se compararon los resultados obtenidos (frecuencias naturales, masas y velocidades específicas) para estimar y encontrar el mejor diseño óptimo de los álabes.

**Palabras clave**— Vibración, frecuencia natural, elemento finito, turbinas eólicas.

## Introducción

La energía disponible del viento varía de acuerdo con su velocidad, esto hace que las propiedades del recurso eólico se hacen indispensables para una mejor explotación de la energía eólica, con la ayuda de una buena identificación y predicciones de sitios o zonas de viabilidad económica en los parques eólicos y diseño de las mismas turbinas eólicas (Burton, 2001)

La propiedad más importante del recurso eólico es su variabilidad, la velocidad del viento es muy variable, tanto geográficamente como temporalmente, debido a esto, es necesario mejorar los diseños de una manera óptima que nos garantice, de acuerdo con las propiedades del recurso y normas establecidas, el diseño de turbinas eólicas (aerogeneradores), y así, obtener un mayor rendimiento con el mejor aprovechamiento de los vientos captados en las turbinas eólicas.

## Teoría del diseño

### *Turbina eólica o de viento*

Una turbina de viento es una máquina que convierte la energía del viento en energía eléctrica. El proceso del funcionamiento es; utiliza la fuerza aerodinámica de elevación (del viento) para producir un par neto positivo en el eje de rotación, lo que resulta primero en la producción de energía mecánica y luego en su transformación en un generador a electricidad. Las turbinas de viento, a diferencia de la mayoría de otros generadores, sólo pueden producir energía eléctrica en función del recurso que está disponible de inmediato, no es posible almacenar el viento y utilizarlo después (Manwell, 2009).

### *Teoría BEM.*

Para el diseño aerodinámico de aspas de turbinas de viento, la mayoría de los algoritmos utilizan la teoría Blade Element Moment (BEM) como se describe por Glauert (Glauert 1935), ya que este método es muy rápido y, siempre que existan datos aerodinámicos fiables, da resultados exactos.

En la teoría BEM se discretiza un aspa en la dirección radial, obteniendo elementos posicionados a una distancia  $r$  del centro de la turbina, y de espesor  $\delta r$ . Las fuerzas de sustentación y arrastre a las que se somete cada elemento son responsables de los cambios de momento axial y angular del aire que pasa a través del anillo que describe el álabe al girar. El supuesto básico de la teoría BEM es que la fuerza de un elemento es responsable únicamente de la variación de momento del aire que pasa a través del anillo que barre. La teoría BEM hace el análisis de un triángulo de velocidades en la sección transversal del álabe, donde los catetos corresponden a la velocidad del viento que entra a la turbina ( $U_\infty (1-a)$ ) y la velocidad lineal de la sección del álabe al girar ( $\Omega r (1+a')$ ), mientras que la hipotenusa se conoce como la velocidad relativa ( $W$ ) y donde  $\beta$  es el ángulo de asiento,  $\alpha$  el ángulo de ataque,  $\phi$  el ángulo de flujo,

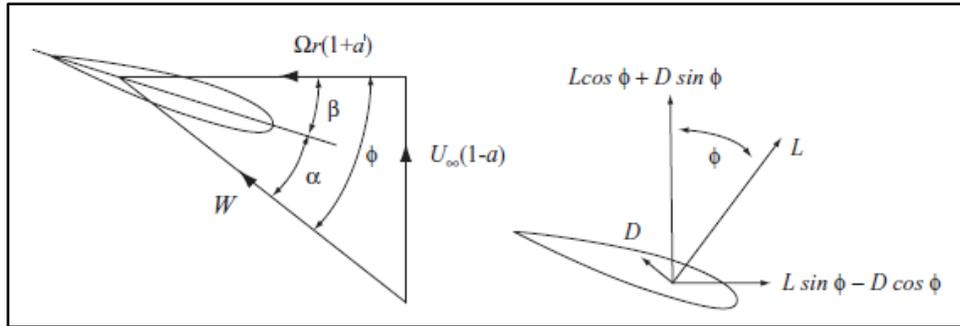
<sup>1</sup> Ing. Miriam Vázquez Padilla es Alumna del Posgrado en Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. [miriamroyal7@gmail.com](mailto:miriamroyal7@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Erasmo Cadenas Calderón es Profesor e Investigador en la Facultad de Ingeniería Mecánica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. [ecadenas@umich.mx](mailto:ecadenas@umich.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Víctor López Garza es Profesor e Investigador en la Facultad de Ingeniería Mecánica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. [nepesh@hotmail.com](mailto:nepesh@hotmail.com)

a el factor de inducción axial y  $a'$  el factor de inducción radial.. En la figura 1 se observa el triángulo de velocidades y las fuerzas de sustentación  $L$  y de arrastre  $D$  en una sección transversal de un aspa (Burton, 2001)

Figura 1. Velocidades y fuerzas de un elemento del álabe (Burton, 2001).



### Velocidad Específica ( $\lambda$ )

Es la relación entre la velocidad del rotor y la velocidad nominal del viento.

$$\lambda = \frac{U}{v}$$

Dónde:

$$U = 2\pi r N r$$

$Nr$ - Velocidad angular del rotor (rpm).

### Frecuencia Natural

El estudio de la vibración tiene que ver con movimiento oscilatorios de los cuerpos y las fuerzas asociadas con ellos. Todos los cuerpos que poseen masa y elasticidad son capaces de vibrar. Hay dos clases de vibraciones, la vibración libre ocurre cuando un sistema oscila bajo la acción de fuerzas inherentes al sistema mismo y cuando las fuerzas externas son ausentes. El sistema bajo vibración libre vibrará en una o más de sus frecuencias naturales que son propiedades del sistema dinámico por su distribución de masa y rigidez. (Thomson, 1981)

$$F_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Dónde:

$k$  - Rigidez del material.

$m$ - masa del material.

La vibración que tiene lugar bajo la excitación de fuerzas externas es llamada vibración forzada. Cuando la excitación es oscilatoria, el sistema es obligado a vibrar a la frecuencia de excitación. Si la frecuencia de excitación coincide con una de las frecuencias naturales del sistema, se encuentra en una condición de resonancia y pueden producirse oscilaciones peligrosamente grandes (Thomson, 1981).

La falla de estructuras importantes, en nuestro caso álabes, es una posibilidad increíble bajo resonancia. Por lo tanto, el cálculo de las frecuencias naturales es de gran importancia en el estudio de las vibraciones.

## Metodología

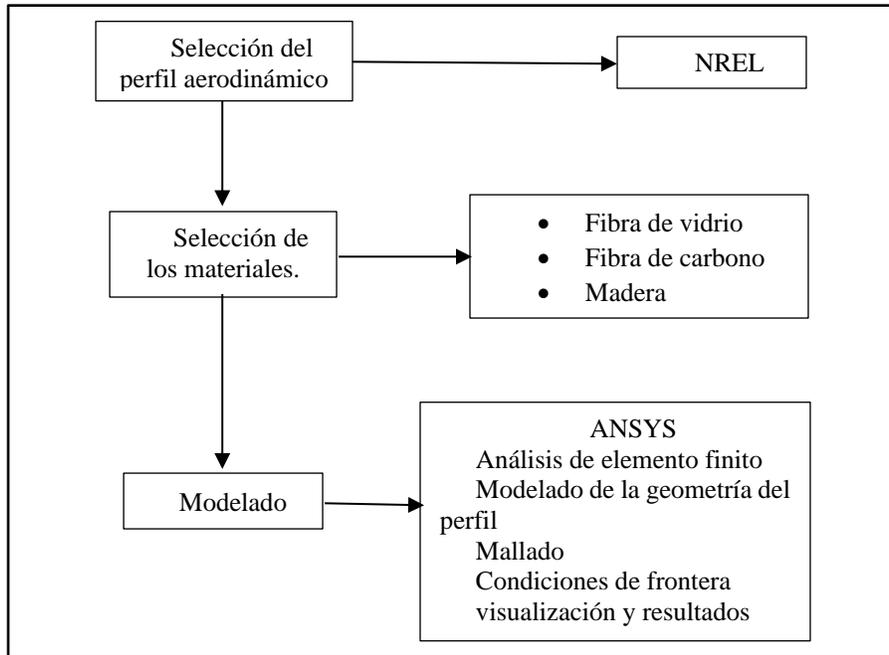


Diagrama 1. Metodología de la simulación de frecuencias naturales de los álabes.

### *Selección del perfil aerodinámico*

El proceso inicia con la selección de los parámetros del rotor y la selección del perfil aerodinámico. El diseño del aspa emplea las ecuaciones y relaciones de la teoría BEM (en nuestro caso se diseñaron tres álabes). Los parámetros generales de selección de un perfil aerodinámico son el Numero de Reynolds, la velocidad de viento y las consideraciones estructurales, el perfil seleccionado en esta investigación fue el NRELS818, que forma parte de una familia de perfiles desarrollado por el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL). El perfil NRELS818 es elegido por sus grandes características como un buen rendimiento en su coeficiente de sustentación máxima e insensible a los efectos de rugosidad (NREL 2012), se muestra en la siguiente figura.

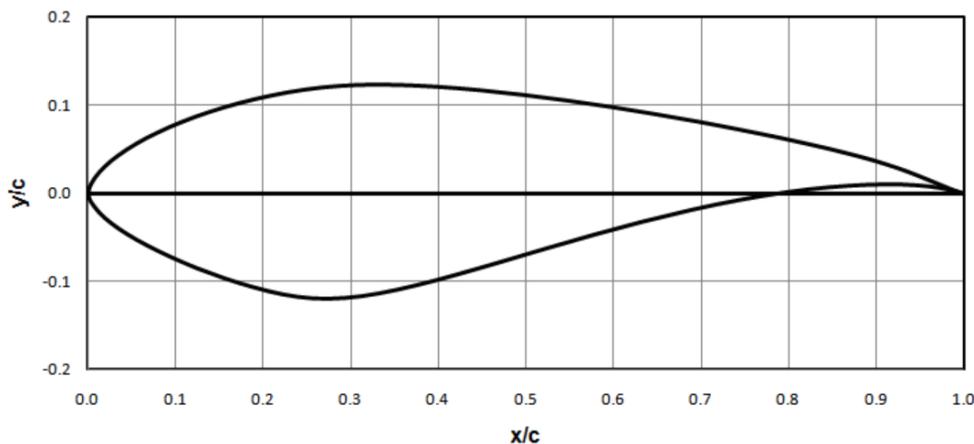


Figura 2. Perfil aerodinámico NRELS818. Cortesía NREL

### *Selección de los materiales.*

Para calcular las frecuencias naturales de cada álabes en los distintos materiales seleccionados convencionalmente; Madera Dalbergia Granadillo (Sotomayor, 2016), Fibra de Vidrio/epoxy y Fibra de Carbono

(R.H. Barnes 2015), las propiedades necesarias para la simulación fueron; Densidad, Módulo de Young y Coeficiente de Poisson, que a continuación se enumeran:

Material	Densidad	Módulo de Young	Coeficiente de Poisson
Madera (Dalbergia granadillo)	1147 Kg/m <sup>3</sup>	22 821 MPa	0.3
Fibra de carbono	1620 Kg/m <sup>3</sup>	181 000 MPa	0.28
Fibra de vidrio / epoxy	1900 Kg/m <sup>3</sup>	39 000 MPa	0.26

Tabla 1. Propiedades de los materiales a utilizar

#### Modelado de la geometría del perfil

Primero, se requirió el método de Elemento Finito con el programa para la simulación, se consideró, también se diseñan huecos en los materiales de Fibra de Vidrio y Fibra de Carbono para que sean lo suficientemente ligeros y permitan que el rotor arranque lo más pronto posible, además de que así se reducen los esfuerzos inerciales.

Las estructuras, componentes o dominios reales son en general muy complejos y deben reducirse a una geometría manejable. Las partes curvas de la geometría y sus límites se pueden modelar utilizando curvas y superficies curvas. Debe tomarse en cuenta que la geometría se encuentra eventualmente representada por una colección de elementos, y las curvas tanto como las superficies se aproximan mediante líneas rectas por partes o superficies planas, si se utilizan elementos lineales. La precisión de la representación de las partes curvas está controlada por el número de elementos utilizados, entre más elementos son usados, la representación de las partes curvas por bordes rectos será más uniforme y precisa (Zhang, C. et al 2019). Pero desafortunadamente, entre más elementos se tengan, más tiempo de cálculo se requiere, debido a las limitaciones en hardware y software computacional, siempre es necesario limitar el número de elementos. Es posible realizar diferentes pruebas con diferentes números de elementos para comprobar el tiempo de consumo de la simulación. Las partes con detalles más finos de la geometría deben refinarse por áreas, pero solo si se requieren resultados muy precisos para esas regiones. En la figura 3 se muestra el modelado de los perfiles del diseños del álabe.

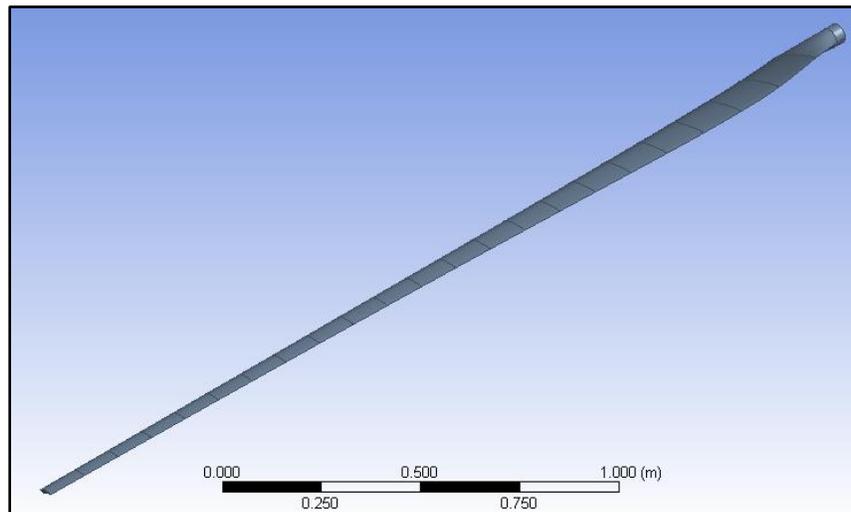
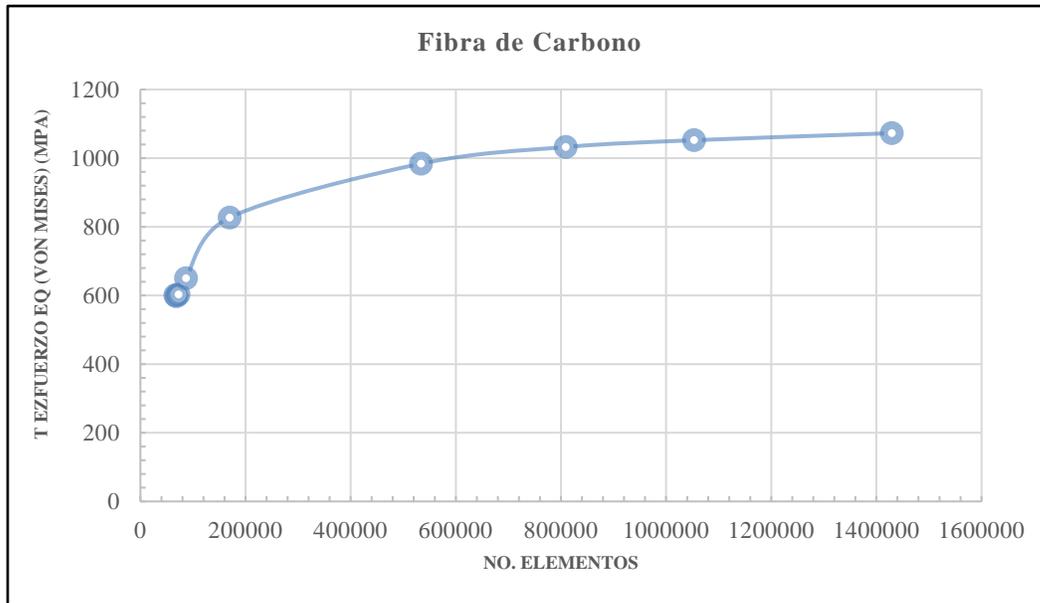


Figura 3. Perfil del álabe.

#### Mallado

El mallado se realiza para discretizar la geometría creada en pequeñas piezas llamadas elementos o celdas. La solución para un problema de ingeniería sería muy compleja y podría variar de una manera muy impredecible usando funciones en todo el dominio del problema. Pero si el dominio del problema se puede dividir (mallar) en pequeños elementos o celdas usando un conjunto de cuadrículas o nodos, la solución dentro de un elemento se puede aproximar muy fácilmente usando funciones simples como polinomios. Las soluciones para todos los elementos forman la solución para todo el dominio del problema (Baker, T.J. 2005).

Para llevar a cabo la malla de un elemento se necesitan teorías apropiadas para discretizar las ecuaciones diferenciales gobernantes basadas en los dominios discretizados. La generación de malla es una tarea muy importante del pre-proceso. Los principales parámetros que se utilizaron en el método en todos los álabes en cada uno de los materiales fueron; la geometría en 3D, tipo del elemento: Hexaédrico, tamaño del elemento: 0.6 mm. En la gráfica 1 se aprecia la convergencia de malla respecto número de elementos y el esfuerzo máximo equivalente (Von Mises).



Gráfica 1. Gráfica de convergencia de malla.

El número de elementos y nodos, varía respecto al material y al modelo del álabe (hueco o sólido).

#### Condiciones de Frontera y cargas

Se consideraron los álabes con propiedades de un medio continuo y como materiales isotrópicos, una variación en el valor de la velocidad específica de 8, 9 y 10, la longitud del álabe de 2.79 m. En nuestro caso para la simulación y el cálculo de las frecuencias naturales no se toman en cuenta cargas externas al medio, ya que debe vibrar libremente, así como también se tomaron sólo los primeros 15 modos de vibración.

#### Visualización y resultados

El resultado generado después de resolver la ecuación del sistema suele ser un gran volumen de datos digitales. El objeto se puede mostrar en forma de marcos de alambre, grupo de elementos y grupos de nodos. En la figura 5 se muestra la malla del perfil y la deformación total de acuerdo con los modos de vibración en el diseño 1 del álabe con Fibra de Carbono respectivamente.

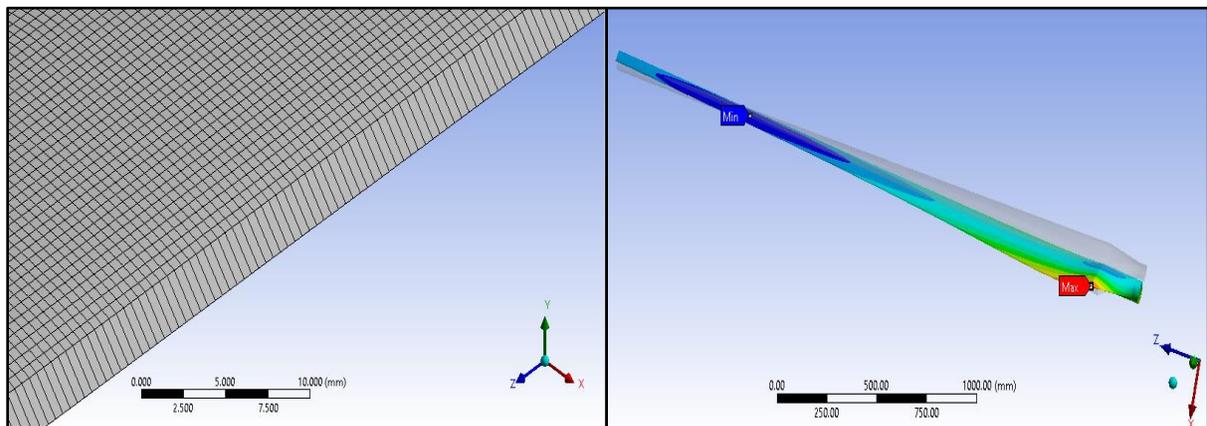
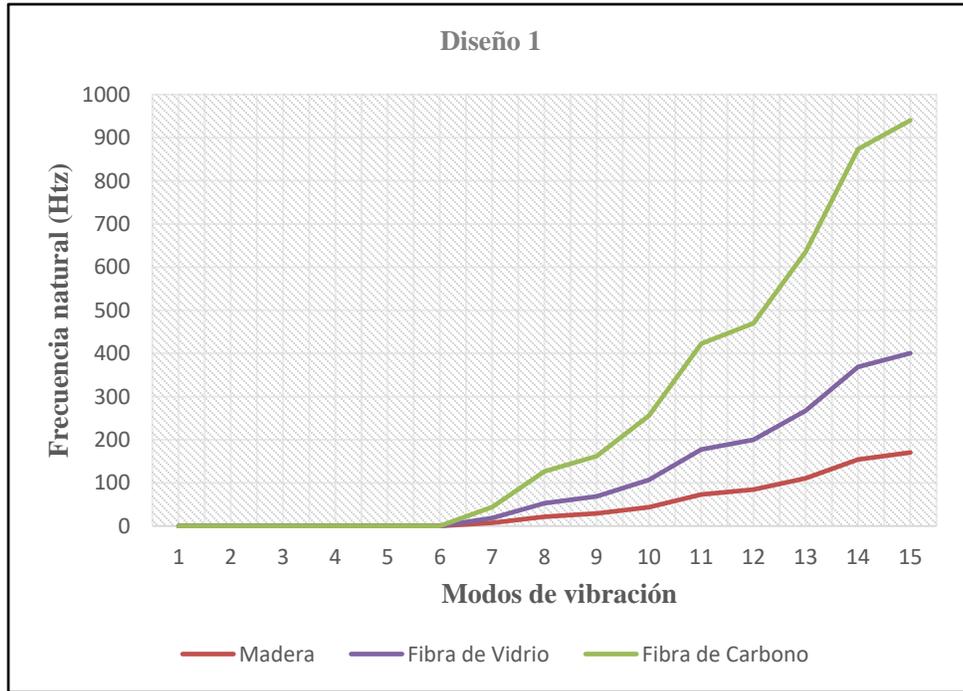
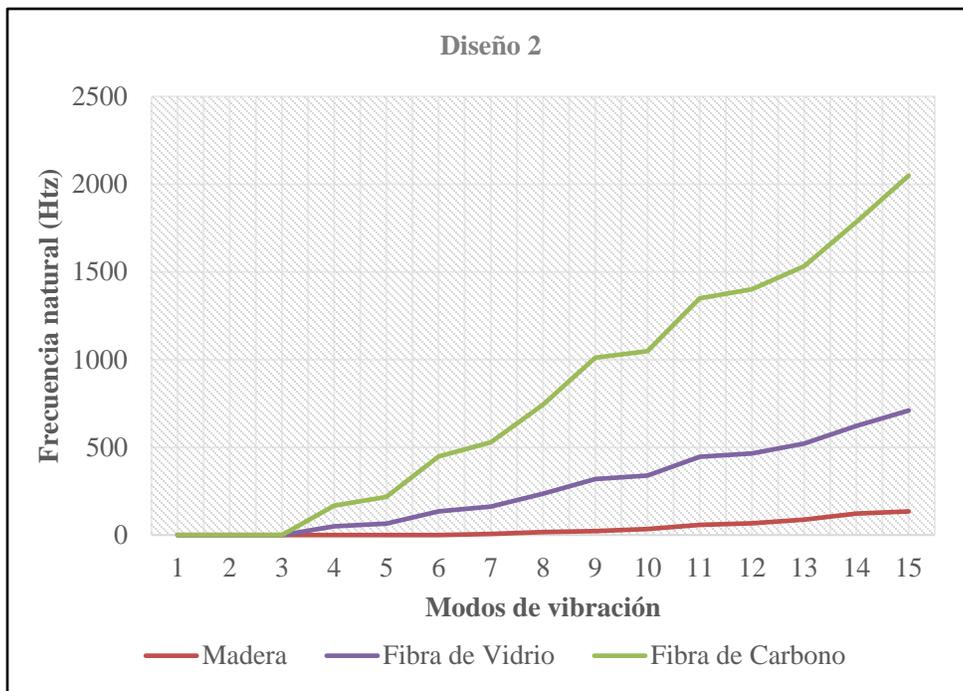


Figura 5. Análisis Modal del diseño 1 del álabe con Fibra de Carbono.

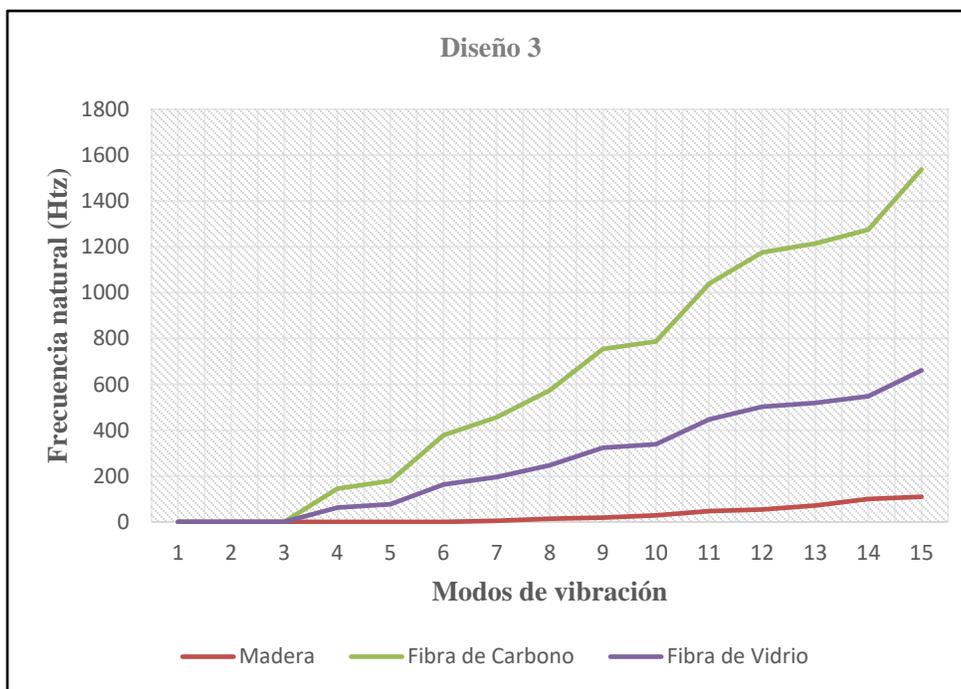
Después de realizar la simulación de los álabes con cada uno de los materiales seleccionados convencionalmente, se obtuvieron graficas comparativas de las frecuencias naturales (dadas en Htz) entre los modelos de los perfiles teniendo así las gráficas 2, 3 y 4 que se muestran a continuación.



Gráfica 2. Frecuencias Naturales del diseño 1



Gráfica 3. Frecuencia Naturales del diseño 2



Gráfica 4. Frecuencia Naturales del diseño 3

En cada una de las gráficas, se observa que el material con las frecuencias más pequeñas es la Madera (Dalbergia Grandillo) a comparación de los demás materiales, eso quiere decir que la rigidez de la madera Granadillo es mucho menor a la de los otros materiales (Fibra de Carbono, Fibra de Vidrio/epoxy) y tendería a fallar primero, esto a su vez, es debido a que los diseños del álabe en madera son completamente sólidos y por lo tanto tienen mayor masa.

### Conclusiones

En este trabajo de investigación, de acuerdo con el diseño, al modelado de la geometría del perfil y a la simulación se llegó a la conclusión que es indispensable puntualizar la variabilidad de la velocidad de viento para obtener el diseño óptimo de turbinas eólicas, esto es, un mejor rendimiento en la generación de energía eléctrica. Se observó también que, de acuerdo con los datos obtenidos, los primeros modos (1-3) se pueden despreciar ya que su magnitud en frecuencias naturales son cero y que no generan una cifra significativa en nuestros cálculos y que a partir del modo número 7 se obtienen las frecuencias significativas de importancia, de igual manera en modos superiores a los calculados (15 modos) son combinaciones de los modos inferiores. También los modos de vibración dependen de las dimensiones del álabe, por ejemplo, en el diseño 3 que es más delgado en la extremidad del álabe, las frecuencias naturales son mayores a comparación de los demás diseños. Los rangos de frecuencia para los alabes de madera son de 0 a 200 Hz mientras que para los de Fibra de Carbono van de 0 a 1500 Hz y para la Fibra de Vidrio de 0 a 600.

### Referencias

- Burton, T. (2001). Wind Energy Handbook. Chichester: John Wiley & Sons.
- NREL (6 de Julio de 2012) NREL. Obtenido de NWTC Information Portal: <https://wind.nrel.gov/airfoils/>
- Zhang, C., Zhou, G., 2019, "A view-based 3D CAD model reuse framework enabling product lifecycle reuse" Advances in Engineering Software 2019; 127: 82-89.
- Baker, T.J., 2005, "Mesh generation: Art or science" Progress in Aerospace 2005; 41: 29-63.
- R.H. Barnes, E.V. Morozov, K. Shankar. (11 October 2014). Improved methodology for design of low wind speed specific wind turbine blades. Composite Structures, 119 : 2015, 677-684.
- Manwell, J. F. (2009). Wind Energy Explained Theory, Desing and Application. Massachusetts, USA: Wiley.
- Sotomayor, J. (2016). Módulo de rigidez y módulo dinámico de la madera de Acer saccharum Marshall y Thuja plicata L. Revista forestal Mesoamericana Kurú, 20-28.
- Thomson, W. (1981). Theory of vibration with applications . Santa Barbara, California: George Allen & Unwin.

# Evaluación Experimental de Sistemas de Enfriamiento para Generación de Potencia con TEM's, Aplicados en un Cosechador de Energía

Ing. Mario Edgardo Vazquez Quintero<sup>1</sup>, M. en I. Andrés Alfonso Andrade Vallejo<sup>2</sup> y  
Dr. Miguel Ángel Olivares Robles<sup>3</sup>

**Resumen**— Este trabajo evalúa experimentalmente tres sistemas de enfriamiento aplicados en un arreglo de módulos termoelectricos (TEM's) para generación de potencia en un cosechador de energía. Los sistemas de enfriamiento considerados son: (A) flujo de aire forzado, (B) flujo de aire natural y (C) flujo natural con la base del disipador sumergida en líquido. En el lado frío de los TEM's se utiliza un disipador de calor de superficies extendidas en los tres casos de estudio; Los resultados muestran que, la temperatura máxima alcanzada por el lado frío de los TEM's en el caso (A) respecto a los casos (B) y (C) es mayor 50.3% y 21% respectivamente. Este aumento afecta directamente a la capacidad de generar voltaje en el arreglo de los TEM's. El voltaje disminuye en los casos B y C en un 54.5% y 34.1% respectivamente. Los resultados muestran que un sistema de enfriamiento combinado mejora las condiciones de operación de los TEM's aumentando la producción de potencia en el cosechador.

**Palabras clave**— experimental, termoelectricos, disipación, cosechador de energía, calor residual.

## Introducción

Debido a la crisis energética y el deterioro del medio ambiente la investigación y desarrollo en tecnología limpias para generación de potencia y reducción de contaminación térmica, ha recibido mayor atención. Champier (2017) plantea que, disminuir el calor residual es uno de los grandes desafíos en la industria y el transporte, por lo que los TEM's representan una opción para reducir el impacto ambiental de los gases de desecho. Ding (2018) y Shafii, et al (2016), proponen métodos de recuperación de calor a través de fluido, tubos de calor y materiales con cambio de fase. Almacenando el calor en una batería térmica, cosechando la energía.

Trabajos recientes como el de Munera & Farid (2011), presenta un modelo dinámico de un generador de potencia eléctrica, en el que concluye que “los sistemas termoelectricos son una gran alternativa, para recuperar calor de desecho y convertirlo en energía útil”. Wei, et al. (2015), analizan los recientes desarrollos y aplicaciones de generadores termoelectricos apuntando, la tecnología con TEM's puede aplicarse en áreas donde la temperatura de gases de desecho es relativamente baja, ya que los sistemas convencionales de generación son costosos y poco eficientes. Así mismo, Aranguren, et al. (2015), Pawel, et al. (2018) y el de Xiaonan, et al., (2019) utilizan los TEM's para producir potencia colocándolos directamente en contacto con los gases calientes productos de la combustión. Por lo que una alternativa viable para la recuperación de calor residual y su aprovechamiento es la utilización de un cosechador de energía con TEM's para producir potencia.

En el desarrollo experimental de este trabajo se utilizo un arreglo de los TEM's como generadores de potencia aplicados en un cosechador de energía. Este consiste en un recuperador de calor aleteado que transfiere la energía a un fluido, para ser transportada hacia una batería térmica. Posterior, el fluido circula por un intercambiador de calor en el cual están colocados los TEM's, obteniendo en estos una diferencia de temperatura con respecto al ambiente con la que producen potencia. En el lado frío de estos se analiza el comportamiento de tres sistemas de enfriamiento: (A) sistema con flujo de aire forzado, (B) flujo de aire natural y (C) el sistema de enfriamiento combinando aire y agua.

## Descripción del Método

### Modelo Experimental

El modelo experimental empleado en este trabajo se muestra en la Figura 1, el cual consiste de los siguientes componentes:

- A) Un calentador de aire de la marca (Lasko®) con potencia de 1500W. Este calentador es usado para generar los gases calientes.

<sup>1</sup> Ing. Mario Edgardo Vazquez Quintero es alumno de la Maestría en Ciencias de Ingeniería en Sistemas Energéticos en el Instituto Politécnico Nacional. [mvazquezq1900@alumno.ipn.mx](mailto:mvazquezq1900@alumno.ipn.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> M. en I. Andrés Alfonso Andrade Vallejo es profesor investigador en el programa de Maestría en Ciencias de Ingeniería en Sistemas Energéticos en el Instituto Politécnico Nacional. [aandradev@ipn.mx](mailto:aandradev@ipn.mx) [ing.andres.andrade@gmail.com](mailto:ing.andres.andrade@gmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Miguel Ángel Olivares Robles es Profesor Investigador del Instituto Politécnico Nacional, miembro del Sistema Nacional e Investigadores y coordinador de la Maestría en Ciencias de Ingeniería en Sistemas Energéticos. [molivares67@gmail.com](mailto:molivares67@gmail.com)

- B) Un recuperador de calor de tubo aleteado. El cual trasfiere el calor al líquido que circula por el sistema.
- C) Sistema de chimenea en el que circulan los gases calientes.
- D) Batería térmica. El cual está hecho de un material diatérmico para almacenar el calor.
- E) Una bomba sumergible que hace circular el líquido en el cosechador.
- F) Intercambiador de calor que consiste de dos placas de aluminio maquinadas y selladas de manera que entre ellas circule el fluido caliente del reservorio térmico, cubierta con un material diatérmico.
- G) Arreglo de TEM's que consiste de 3 TEC1-12706 conectados en serie cuyo lado caliente se coloca sobre el intercambiador de calor, para reducir la resistencia térmica por contacto se colocó grasa disipadora con una conductividad térmica de 1.22 W/mK en ambas caras de los TEM's.
- H) Sistema de enfriamiento de los TEM's; el cual consta de un disipador de calor de aletas colocado en un depósito de aluminio de 0.1 mm de espesor y de dimensiones de largo ancho y profundidad de 13.5 cm, 10 cm 1.5 cm respectivamente.



Figura 1. Modelo Experimental del cosechador para la Generación de Potencia Eléctrica.

### *Sistemas de Enfriamiento del Disipador*

El estudio experimental consistió en analizar de manera experimental tres sistemas de enfriamiento sobre el arreglo de los TEM's en un cosechador de energía. Dichos sistemas se mencionan a continuación y se muestra en la Figura 2.

- (A) Flujo de aire forzado: un ventilador de 12V (4") proporciono un flujo forzado perpendicular a la superficie del disipador.
- (B) Flujo de aire natural: se retiró el ventilador por lo que el enfriamiento fue por convección natural con el ambiente.
- (C) Combinado aire-líquido. Flujo de aire natural con la base del disipador sumergida en líquido: el enfriamiento del disipador se realizó colocando 80 mL de agua en el depósito cubriendo la base del disipador, dejando que el intercambio de calor se realice de manera conjunta con las aletas y el agua formando un sistema combinado de enfriamiento.

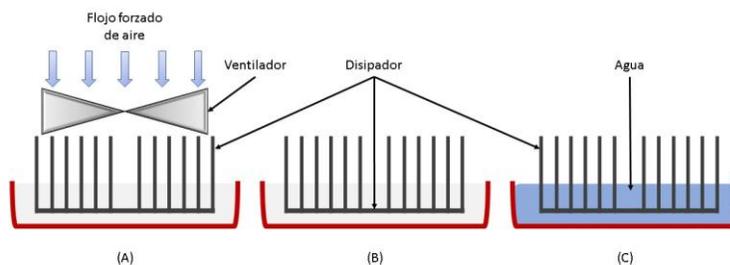


Figura 2. Sistemas de enfriamiento analizados.

### *Desarrollo experimental*

Puesto en marcha el equipo y una vez que se alcanzó el estado estacionario del sistema, se registraron los datos experimentales en intervalos de 5 min hasta alcanzar variaciones de menos 1°C entre cada medición en las temperaturas. Después de este instante (minuto 210) se suspendió el flujo de los gases calientes.

En la Tabla 1 se presentan las condiciones experimentales para los tres casos de estudio.

Condiciones experimentales	(A) Flujo Forzado	(B) Flujo Natural	(C) Sistema Combinado
Sistema de enfriamiento	Ventilador 12V	Sin ventilador	Sistema combinado con agua y aire
Numero de reproducciones experimentales	5	5	5
Tiempo de operación del sistema antes de inicio de la captura de datos	30	30	30
Hora de inicio de registro de datos	10:00 hr.	10:00 hr.	10:00 hr.
Temperatura promedio al inicio del experimento	19°C	19°C	19°C
Intervalo de tiempo en el que se registraron los datos	5 min	5 min	5 min
Corte de gases calientes	210 min	210 min	210 min
Término del experimento	6 hrs	6 hrs	6 hrs
Caudal de liquido en el cosechador	0.053 L/s	0.053 L/s	0.053 L/s
Velocidad de los gases calientes	3.5 m/s	3.5 m/s	3.5 m/s
Volumen de agua en el disipador	0	0	80 mL
Volumen de agua en el reservorio	5L	5L	5L

Tabla 1. Condiciones experimentales en los tres sistemas analizados.

Las mediciones de temperatura se realizaron con la ayuda de termómetros digitales Steren® (TER-150) y AVALI®, un termómetro ASTROAI® (DT210D) y un SAMA de mercurio (J). En el caso del lado frío de los TEM's, por condiciones propias del diseño del modelo, se midió la temperatura en la base del disipador de calor. Para la medición de voltaje se utilizó un multímetro digital Steren® (MUL-100) conectado en los extremos positivo y negativo correspondiente del arreglo en serie de los TEM's. Asimismo, se midió la velocidad del aire caliente con un anemómetro de la marca BENETECH (GM816). El caudal entregado por la bomba sumergible se calculó utilizando la ecuación 1, midiendo el tiempo que tarda el sistema en desplazar un litro de agua.

$$\dot{V} = \frac{\text{Volumen [L]}}{\text{Tiempo [s]}} \quad (1)$$

Las temperaturas obtenidas se relacionaron con la del ambiente de la siguiente manera: La diferencia de temperatura del lado caliente de los TEM's,  $\Delta T_{tech}$ , está definida de la siguiente manera:

$$\Delta T_{tech} = T_{tech} - T_{amb} \quad (2)$$

donde  $\Delta T_{tech}$  es la temperatura del lado caliente de los TEM's y  $T_{amb}$  es la temperatura ambiente.

La diferencia de temperatura de los gases calientes de escape,  $\Delta T_{ge}$ , esta dada por

$$\Delta T_{ge} = T_{ge} - T_{amb} \quad (3)$$

donde  $T_{ge}$  es la temperatura de los gases calientes de escape.

La diferencia de temperatura del fluido en el reservorio térmico,  $\Delta T_f$ , está dada por

$$\Delta T_f = T_f - T_{amb} \quad (4)$$

donde  $\Delta T_f$  es la temperatura del agua que circula por todo el sistema, medida en la batería térmica.

### Resultados y discusión

En esta sección se muestran los resultados para los tres sistemas de enfriamiento considerados en este trabajo.

En la Figura 3 se muestra el comportamiento de las diferencias de temperaturas con respecto al tiempo.  $T_{tech}$ , es la diferencia de temperatura del lado caliente de los TEM's,  $\Delta T_{ge}$  de los gases calientes de escape y  $\Delta T_f$  del fluido en el reservorio térmico.

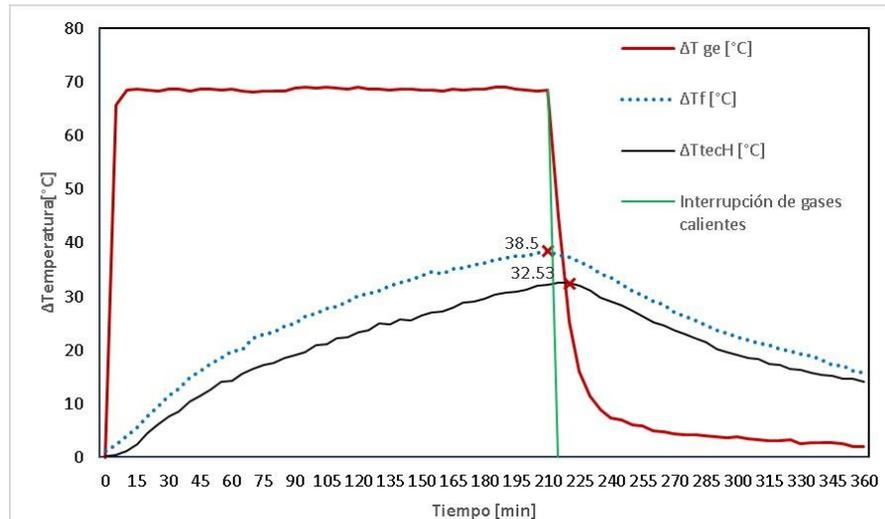


Figura 3. Diferencia de temperaturas  $\Delta T_{tech}$ ,  $\Delta T_{ge}$  y  $\Delta T_f$ .

En la Figura 3 se puede observar que  $\Delta T_{ge}$  se mantiene constante alrededor de los  $65^\circ\text{C}$  durante la operación. La máxima delta de temperatura en el fluido ( $\Delta T_f = 38.5^\circ\text{C}$ ) se alcanza en el minuto 210. Sin embargo, las variaciones de temperatura a partir del minuto 195 son de alrededor de  $1^\circ\text{C}$ . En el caso de la  $\Delta T_{tech}$  la temperatura máxima que se alcanza es de  $32.53^\circ\text{C}$  en el minuto 220.

Asimismo, se observa que la diferencia de temperaturas en el lado caliente de los TEM's no es exactamente igual a la del fluido, teniendo una diferencia máxima de 5.2, esto es resultado de las pérdidas de calor del sistema. Sin embargo, conforme el tiempo avanza después de suspender los gases de escape, la temperatura del lado caliente de los TEM's se acerca hasta llegar a una diferencia de  $2.2^\circ\text{C}$ .

También, se observa que la  $\Delta T_{tech}$  se mantiene alrededor de los  $32^\circ\text{C}$  por 20 min después de cortar los gases de escape antes de comenzar a descender. La temperatura del lado caliente de los TEM's se mantiene constante 10 minutos después de que la temperatura del fluido en la batería térmica descienda. De manera que, aun después de cortar los gases de escape existe una diferencia de temperaturas en los TEM's, y continúe generando potencia eléctrica. Este comportamiento es debido a que el cosechador de energía funciona como una "batería térmica".

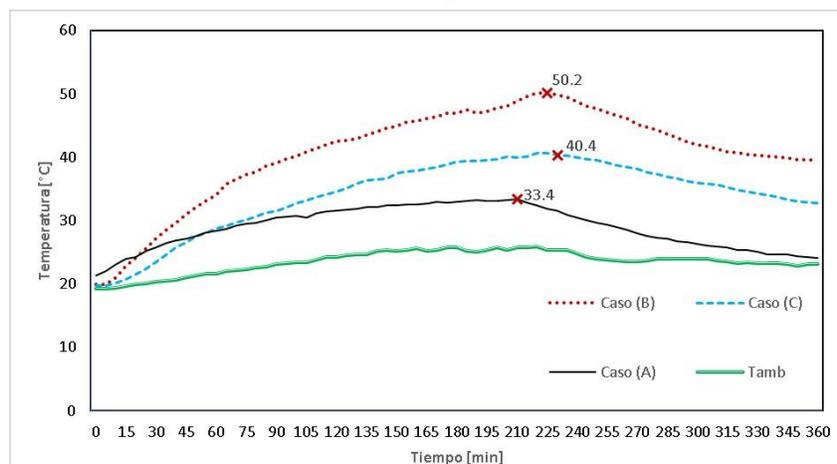


Figura 4. Temperaturas en el lado frío de los TEM's para los tres casos de estudio de enfriamiento: Caso (A), Caso (B) y Caso (C).

En la Figura 4 se puede observar las temperaturas del lado frío de los TEM's para cada uno de los casos de estudio. Para el caso (C) la temperatura máxima es de 40.4 °C, mientras que, para el (A) y (B), las temperaturas fueron de 33.4 °C y 50.2 ° respectivamente. Este resultado implica que el sistema (C) mejora el enfriamiento del lado frío de los TEM's en comparación al de un flujo natural en un 48.9%. La diferencia que presenta el sistema(C) con respecto al (A) es de 29.6%. Comparando la temperatura del caso (B) con respecto a la del ambiente, esta aumenta 116.5%. Y Como era de esperarse, el caso (A) se acerca más a la temperatura ambiente, llegando a una diferencia de 9.4 °C con respecto al ambiente, manteniendo una temperatura máxima uniforme. Sin embargo, se debe de considerar que para lograr estas condiciones es necesario utilizar un ventilador de 12 V, el cual consume una potencia eléctrica de 6.48 Watts.

En Figura 5 se presenta el comportamiento del voltaje generado con respecto al tiempo para el arreglo de TEM's en los tres casos de estudio. El sistema (C) presenta un aumento en el voltaje máximo generado de 59.4% comparado con el caso (B), pero disminuye 45.4% comparado con el caso (A). Sin embargo, el voltaje en el caso (C), a diferencia de los casos (A) y (B), presenta menos variaciones con respecto al tiempo después de cortar los gases calientes.

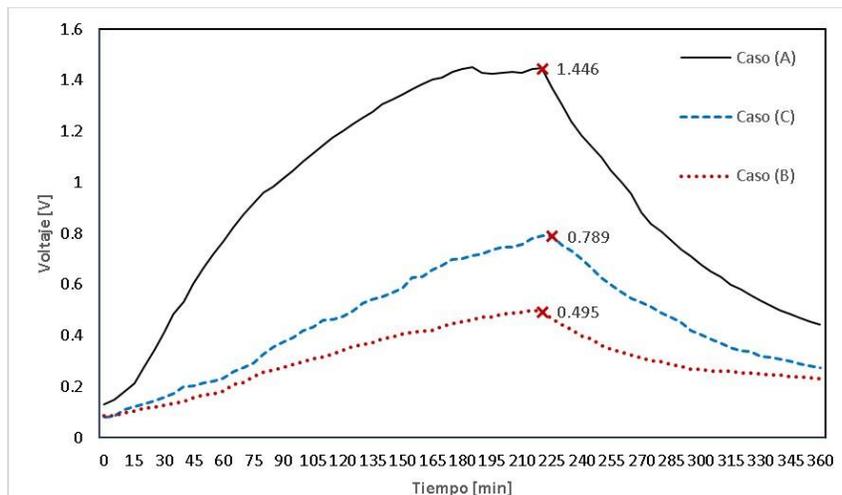


Figura 5. Voltaje generado con el arreglo de TEM's en cada caso de sistema de enfriamiento: Caso (A), Caso (B) y Caso (C).

Considerando las temperaturas de los TEM's se realizó el cálculo de eficiencia máxima (Carnot) mediante la ecuación 5. Los resultados se muestran en la Figura 6.

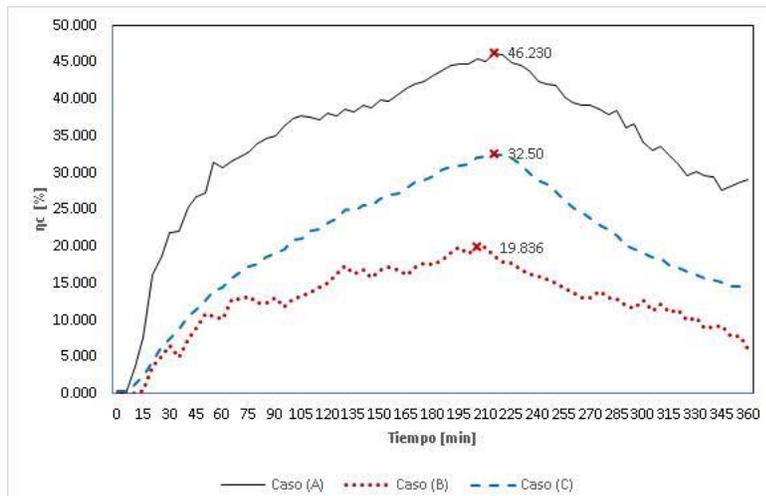


Figura 6. Eficiencias de Carnot para cada caso de enfriamiento: Caso (A), Caso (B) y Caso (C)

$$\eta_c = \left[ 1 - \left( \frac{T_{tecc}}{T_{tech}} \right) \right] * 100 \quad (5)$$

Se puede observar que, la eficiencia de Carnot del caso (C) es 12.67% mayor comparado con el del caso (B). Al comparar con el caso (A) se tiene una diferencia máxima de 13.73%, por lo que se encuentra en un punto medio entre las dos curvas. Además, la curva que representa el comportamiento del sistema (C) presenta menores perturbaciones comparada con los otros dos casos. Lo que indica que las temperaturas en el lado frío y caliente del arreglo de los TEM's son más estables para el caso (C).

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

Con el sistema combinado (C) se disminuyó la temperatura del lado frío de los TEM en comparación con el sistema de enfriamiento (B) solo con aire.

Al colocar un fluido se puede aumentar el área del disipador colocado en el lado frío de los TEM's independientemente del área de contacto que se tenga entre estos, esto debido a que la principal transferencia de calor se realiza entre el fluido refrigerante (agua) y el disipador de calor.

Comparado con el sistema (B), la eficiencia de Carnot que se obtiene entre las fuentes de temperaturas generadas en las caras de los TEM's aumenta con el sistema (C), por lo que el profundizar en diseños que mejoren este sistema, aumentara la potencia generada por los TEM's.

Al realizar esta evaluación se crea un antecedente, con el cual futuras investigaciones pueden profundizar en diseños de enfriamiento en módulos termoeléctricos que no consuman energía, y lograr obtener un sistema autónomo de generación de potencia, utilizando un cosechador de energía.

#### Recomendaciones

Esta es una primera parte para llegar a un sistema autónomo de generación eléctrica cosechando la energía de gases de desecho, por lo cual eliminar el ventilador es un primer paso para lograr este objetivo.

En este artículo se planteó el uso de agua como refrigerante, al considerar que las propiedades del agua están bien definidas y sirven como punto de partida para trabajar en un diseño con fluidos que aumenten la disipación de calor.

### Referencias

- Aranguren, Astrain, D., Martínez, A. & Rodriguez, A., 2015. Experimental investigation of the applicability of a thermoelectric generator to recover waste heat from a combustion chamber. *Applied Energy*, 8(426).
- Champier, D., 2017. Thermoelectric generators: A review of applications. *Energy Conversion and Management*, Volume 140, pp. 167-181.
- Ding, L. C., Akbarzadeh, A. & Tan, L., 2018. A review of power generation with thermoelectric system and its alternative with solar ponds. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 81, pp. 799-812.
- Munera, C. A. F. & Farid, C., 2011. Modelo dinámico de un generador termoeléctrico. *Research Gate*.
- Pawel, Z., Knud, Z. & Eckhard, M., 2018. TEG Design for Waste Heat Recovery at an Aviation Jet Engine Nozzle. *Applied Sciences*, 8(12).
- Shafii, M. B., Shahmohamadi, M., Faegh, M. & Sadrohosseini, H., 2016. Examination of a novel solar still equipped with evacuated tube collectors and thermoelectric modules. *Desalination*, Volume 382, pp. 21-27.
- Wei, H. et al., 2015. Recent development and application of thermoelectric generator. *Applied Energy*, Volume 143, pp. 1-25.
- Xiaonan, M., Shu, G., Tian, H. & W., X., 2019. Performance assessment of engine exhaust-based segmented thermoelectric generators by length ratio optimization. *Applied Energy*, 8(426).

# ANÁLISIS DEL MODELO DUAL DEL TECNOM Y LA VINCULACIÓN CON LA EMPLEABILIDAD DE LOS JÓVENES UNIVERSITARIOS EN MÉXICO

M.G.T.I. María Yaneth Vega Flores<sup>1</sup>, M.C. Miriam Zulma Sánchez Hernández<sup>2</sup>,  
M.C. Abel Alberto Pintor Estrada<sup>3</sup> y M.C. Carlos Fabián Escudero García<sup>4</sup>

**Resumen**—El Modelo Dual del TecNM busca la correlación de la teoría y la práctica, integrando al estudiante en la empresa para desarrollar sus competencias profesionales, al igual que la utilización de sus competencias genéricas y disciplinarias formadas en la parte estudiantil para lograr una educación integral. Los estudios sobre las instituciones de educación superior (IES) y los proyectos reclutamientos desde las universidades recibe importancia a medida que se observa una relación positiva entre los proyectos de vinculación universitaria y los beneficios de la formación y experiencia laboral de los jóvenes universitarios en México. La educación superior representa un componente indispensable en el desarrollo social y económico de un país, permitiendo consolidar un acercamiento entre las instituciones de Educación Superior, con los sectores productivos, y sociales del país.

**Palabras clave**—modelo dual, empleabilidad, competencias profesionales, experiencia laboral y universitarios.

## Introducción

En los últimos años la educación ha tenido muchos cambios, desde lo tecnológico hasta lo curricular. El modelo de formación dual es una forma en la cual varios actores relacionados con el programa permiten una solución para el desempleo de los jóvenes, y una mejor oportunidad de mejorar la calidad de vida de la generación de estudiantes universitarios.

La fuerza del capital humano se enlaza con el ámbito laboral, permitiendo realizar un vínculo entre el ámbito escolar y laboral, permitiendo preparar a los estudiantes para incorporar en su etapa laboral ámbito. El Modelo Mexicano de Formación Dual (MMFD) es un programa que busca generar un vínculo con las empresas y las instituciones educativas, por medio de antecedentes de la experiencia de países como Alemania, Australia y Suiza.

De esta forma, el modelo dual ha tomado un lugar fundamental en los modelos educativos actuales en el país con la promesa de que se tendrá una mejora significativa en el proceso de aprendizaje laboral, tratando de impactar en los índices de empleabilidad de los jóvenes universitarios. El presente artículo busca hacer una reflexión sobre el impacto del modelo dual en el nivel superior, con estudiantes de una era digital que están totalmente involucrados en la tecnología, y luchan por adaptarse al ámbito laboral con un enfoque educativo totalmente desafiante que busca involucrar la educación con un aprendizaje significativo que promueva las habilidades y aptitudes de los estudiantes para lograr una mayor inserción en el ámbito laboral.

## Descripción del Método

### *Estado del arte*

Los cambios en la sociedad han exigido cambios en todos los aspectos, y el ámbito educativo no es la excepción. Se han desarrollado y propuesto diversas reformas y modelos educativos que buscan mejorar el proceso de aprendizaje y responder a las exigencias de los jóvenes actuales. Uno de los modelos que están hoy en día

<sup>1</sup> M.G.T.I. María Yaneth Vega Flores es Profesora del Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Morelia. [yvegaf@itmorelia.edu.mx](mailto:yvegaf@itmorelia.edu.mx)

<sup>2</sup> M.C. Miriam Zulma Sanchez Hernandez es es Profesora del Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Morelia. [mzulma@itmorelia.edu.mx](mailto:mzulma@itmorelia.edu.mx)

<sup>3</sup> M.C. Abel Alberto Pintor Estrada es Profesor del Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Morelia. [aapintor@itmorelia.edu.mx](mailto:aapintor@itmorelia.edu.mx)

<sup>4</sup> M.C. Carlos Fabián Escudero García subdirector académico del Instituto Tecnológico de Morelia. [carlos.escudero@itmorelia.edu.mx](mailto:carlos.escudero@itmorelia.edu.mx)

manejando la mayoría de las instituciones de nivel superior es el Modelo Dual, propuesta que reconocemos no es fácil, ni simple, y que las instituciones educativas aún sopesan las ventajas y desventajas que les ofrece este modelo educativo.

La incorporación del conocimiento se produjera si se provee un apoyo específico a través de la participación de los estudiantes en el desarrollo de actividades planificadas, intencionales y sistemáticas que logren favorecer una actividad mental constructivista.

El modelo Dual se nutre de un modelo constructivista por lo cual es necesario plasmar cómo el modelo constructivista puede ayudar en la inserción laboral de los alumnos de educación superior. La formación dual brinda un aprendizaje realista de lo construido en el aula y relacionado con el aprendizaje y el impacto social.



Figura 1. Confluencia terminológica del constructivismo. Elaboración Propia

En la educación universitaria se tiene una gran necesidad, se debe vincular al estudiante con lo que sería su posible ámbito laboral, por lo que el modelo de competencias si fuese implementado con un total y absoluto compromiso (por todas las partes), permitiría que los alumnos están mejor preparados para el mercado laboral porque las competencias aprendidas son muy relevantes para los empleadores y son directamente transferibles al trabajo. Por otro lado, los docentes pueden actuar como facilitadores, orientadores y mentores, y contribuyen activamente a la persistencia de los alumnos y a demostrar el dominio de las competencias.

Aún mas, si pudiéramos en contexto el desafío digital que tienen ahora los estudiantes, y que requieren de nuevas modalidades de enseñanza como lo son las modalidades en entornos virtuales, el modelo Dual también contribuye, ya que permite que las instituciones logren satisfacer mejor las necesidades de los estudiantes no tradicionales (estudiantes tecnológicos y millenials) y pueden aprender de manera más flexible y económica, preparados para un entorno laboral.

Para Piaget (citado por Sagalés, 2001) el aprendizaje es un proyecto de edificación que no depende solo de la simulación externa, sino que está determina el desarrollo interno. Las relaciones sociales favorecen el aprendizaje y la experiencia física es una condición necesaria para este se produzca.

La formación dual, está basada en la pedagogía constructiva que reside en “saber hacer”. Está diseñado para que los estudiantes obtengan la educación en el aula y en la empresa; en este nivel el estudiante y el docente deben emplear principios de autorresponsabilidad, lo que permite la formación profesional capaz de aplicar criterios y procedimiento con ética.

La formación dual se define como “una modalidad de formación profesional, y por ende educativa, que realiza su proceso de enseñanza – aprendizaje - evaluación en dos lugares distintos, una institución educativa en donde se realizan actividades teóricas – prácticas y en una organización donde ejecutan actividades didáctico – productivas que se complementan y se alternan” (Vega, 2005).

El sistema de educación dual y la formación profesional, combina el aprendizaje en una empresa y un centro de formación profesional. Es sistema es trabajado en diversos países, en especialmente en Alemania, Austria, Bosnia, Herzegovina, Croacia, Serbia, Eslovenia, Macedonia, Montenegro y Suiza; pero también en Dinamarca, Países Bajos y Francia.

Este sistema es aplicado a nivel técnico en Alemania, obteniendo un alto reconocimiento y validez en la formación de profesionales, el aprendizaje pasaría a ser una experiencia práctica que permite el desarrollo de competencias y no sólo una experiencia basada en la abstracción y en la discusión teórica.

Como lo cita Araya, “México, introduce la formación dual a partir de la necesidad de mejorar los procesos de formación del capital humano por la demanda de personal calificado. Algunas empresas que trabajan con el sistema de formación dual son las representantes de compañías como Volkswagen y Mercedes Benz, que implementan la modalidad según los manuales de la casa matriz en Alemania, mientras que otras sí lo hacen, buscando adaptaciones a la situación local”.

La educación dual en México se puntualiza en el 2012 a detalle por (Palos & Herráiz, 2013) plasma la iniciativa del consorcio Volkswagen en 1993 para la formación de técnicos a nivel medio superior para sus industrias, principalmente la ubicada en Puebla, México.

Con el paso de los años, en el 2001, la empresa Bosch introdujo el sistema de educación dual en San Luis Potosí, México y, en 2009, estableció una asociación con la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca (Gobierno del Estado de México, 2009); durante este mismo año se firmó un acuerdo de cooperación entre México y Alemania para la formación profesional de técnicos en Mecatrónica a través del proyecto-modelo “MechMexDual” (CONALEP, 2015).

Se establece que el Modelo de Educación Dual del TecNM (MEDTecNM) se define como una representación para entender, cambiar, gestionar y controlar la realidad de formación de capital humano altamente calificado a través de la formación y desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de nivel licenciatura en un ambiente académico-laboral.(TecNM, 2015 a)

Dentro del modelo de enseñanza por competencias se tiene la siguiente estructura estudiante-profesor-instituto, mientras que en el modelo dual la estructura aprendiz-mentor-empresa permite la formación y desarrollo de competencias profesionales y laborales. Las condiciones de una estructura de prácticas en el aula, son distintas a la de la otra estructura del modelo dual, por ejemplo, para la estructura estudiante-profesor-instituto las prácticas son realizadas por el estudiante en ambientes vigilados con equipo didáctico en los laboratorios académicos del instituto bajo la dirección de un profesor y un reglamento estudiantil, constituyendo una conocimiento teórico-práctico; mientras que para su dual (estructura aprendiz-mentor-empresa) las prácticas son ejecutadas por el aprendiz en ambientes reales con maquinaria y tecnología de vanguardia en los espacios físicos de la empresas bajo la supervisión de un mentor y condiciones laborales, representando una aprendizaje significativo y experiencia laboral para toda la vida. En la Figura 2, se muestra la representación gráfica de la dualidad de estas estructuras.



Figura 2 La dualidad en el TecNM. Diseño propio del Tecnológico Nacional de México

El modelo permite tener una formación y desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes, a través de cuatro bloques de interrelacionados entre sí:

- Análisis del entorno.
- Proyecto integral de educación dual.
- Gestión de convenio.
- Evaluación del proceso de educación dual.

Las características más relevantes de este modelo son (Gamino, Acosta & Pulido 2016):

- La titulación integral del estudiante, a través del reporte integral de titulación dual, y con ello aumenta los índices de eficiencia terminal en el TecNM.
- Experiencia laboral del estudiante de aproximadamente un año, la posibilidad de contratación inmediata al egresar.
- Formación de capital humano altamente calificado para el país, a través de problemas de contexto y situados en situaciones reales para los estudiantes.
- Altas posibilidades de contratación de los estudiantes en la empresa donde realizaron su formación dual.

Los beneficios completos del modelo se indican en la Figura 3. Los podemos clasificar en dos aspectos, de acuerdo a las instituciones (Instituto Tecnológico y empresa) y a los actores (estudiante, profesor y mentor).

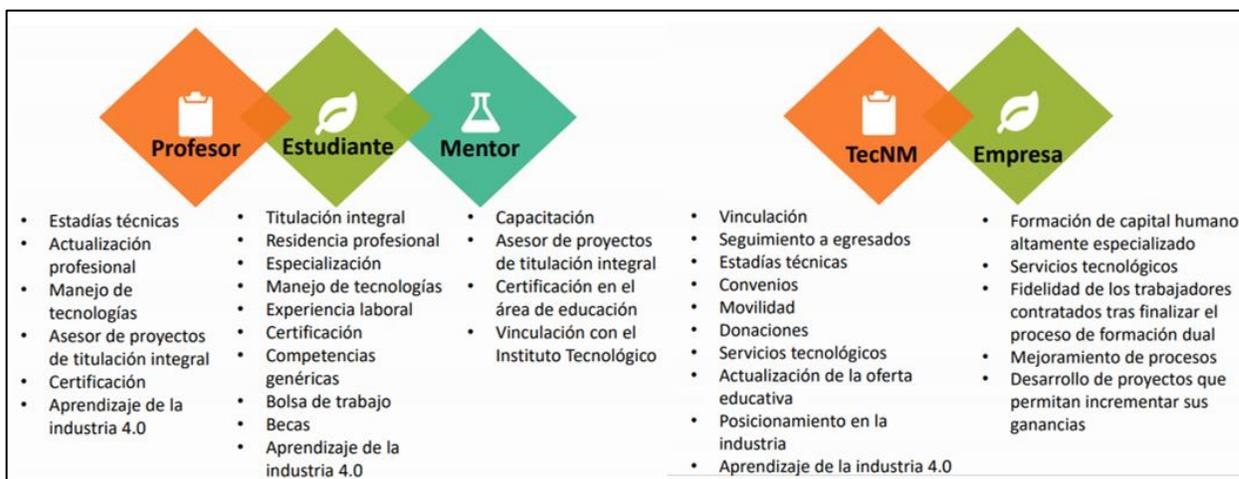


Figura 3 Beneficios de Modelo de Formación Dual del TecNM.

De acuerdo con el INEGI en el año 2019, seis de cada diez jóvenes entre 18 y 29 años se encuentran desempleados. El desajuste de las competencias de egresos de las instituciones educativas y las necesidades de las empresas de los futuros egresados es un gran abismo.

Rubio Hernández & Salgado (2013) afirma que actualmente uno de los principales problemas de los egresados de las instituciones de educación superior es la falta de empleos acorde con sus conocimientos, lo cual refleja en periodos más largos de colocación y salarios bajos considerando su preparación académica.

La Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS) lanzó el “Programa de Jóvenes Construyendo su Futuro”, el cual busca beneficiar a 2.6 millones de jóvenes de entre 18 y 29 años de edad, que actualmente no trabajan y no estudian, para capacitarlos en organizaciones públicas y privadas durante un año en un oficio o profesión con el fin de insertarlos posteriormente al mercado laboral.

Del acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación Y Empleo (STPS-INEGI) en el último trimestre del 2019, la carrera de ciencias de la computación presenta 256,367 de la cual es 62.5% son hombre y el 37.5% son mujeres. En el caso del panorama profesional en el estado de Michoacán se tienen 242,590 profesionistas ocupados en diferentes áreas, la percepción de dificultad para conseguir un empleo incremento de un 35% a 45%, y el 41% está empleado en el sector privado en el estado.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Al analizar el aspecto de la vinculación del primer empleo con la carrera se tiene que el 58% indicó que su primer empleo estuvo relacionado con lo estudiado, el 24% señaló que no estuvo relacionado con lo que estudio y para el 18% estuvo parcialmente relacionado. (ENE 2019)

Los estudiantes universitarios, considera que es difícil obtener su primer empleo, ya que presentan los siguientes obstáculos en su búsqueda, el primero fue no contar con práctica o experiencia comprobable en su área de estudio con un 44%, la falta de vacantes en su campo de estudio con un 20%, y el salario bajo o nulas prestaciones 18%.

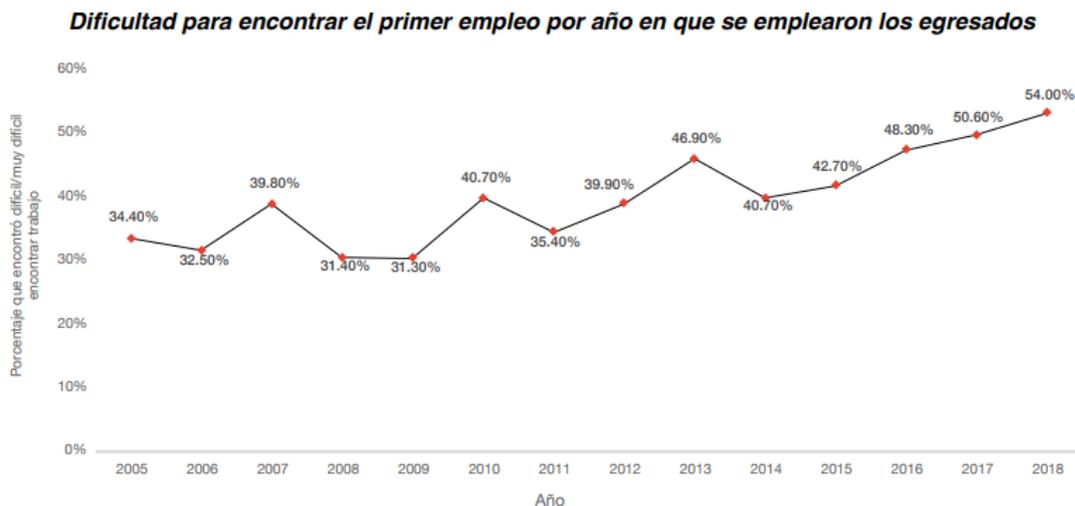


Figura 4. Dificultad para encontrar el primer empleo por año en que se emplearon los egresados. Fuente INEGI

Al consultar con los egresados que elemento influyeron para conseguir su primer empleo en una escala de 10 puntos, por parte de la Encuesta Nacional de Egresados tenemos los siguientes resultados.



Figura 5. Escala de 10 puntos para encontrar su primer empleo. Fuente: ENE 2019

Los puntos de haber realizado prácticas profesionales y experiencia laboral previa, son factores que las universidades deben de dedicar recursos, el compromiso de las instituciones de educación superior es formar estudiantes y prepararlos para el mercado laboral, las empresas fijan puntajes a distintas habilidades y competencias comunes en todas las áreas de estudio, esta evaluación permite identificar la utilidad de las habilidades para su vida profesional, en particular, en el momento que ingresan a su primer empleo y en segunda instancia valorar cuales de ellas fueron adecuadas durante su periodo formativo, en esta parte se vuelve crucial el modelo dual, y su implementación en las universidades para apoyar a sus alumnos a la inserción laboral.

### Recomendaciones

Sería importante clasificar el modelo dual, de acuerdo a la economía pública y privada de la región así como los corredores industriales, para poder adaptar el modelo dual, a la región de las universidades. Buscando siempre el motivar la inserción laboral.

### Referencias

CONALEP, 2015. CONALEP Estado de México. Recuperado el 08 de abril de 2020, de Modelo de Educación Dual: <https://www.conalepmex.edu.mx/educacion-conalep/modelo-educacion-dual.html>

Gamino Carranza Arturo, Acosta González Mara & Pulido Ojeda Rocío (2016), Modelo de Formación dual del Tecnológico Nacional de México. Revista de Investigación en Educación, n° 14 (2), 2016, pp. 170-183 Recuperado el 11 de abril de 2020 de <http://reined.webs4.uvigo.es/index.php/reined/article/view/212/222>

Palos, E., & Herráiz, M. (2013). El sistema de educación dual: nuevas avenidas en la cooperación bilateral entre Alemania y México. *Revista Mexicana de Política Exterior*, 97-115.

Sagalés P. (2001) Teorías constructivistas según Jean Piaget [Información en línea] Recuperada el 01 de abril de 2020 de <https://impactocientifico.files.wordpress.com/2015/12/4-artc3adculo-roger-chirinos-y-col.pdf>

Vega, L. (2005). Evaluación Programa en Administración de Oficinas 2000-2004. Heredia: Universidad Nacional.

### **Notas Biográficas**

**María Yaneth Vega Flores.** Maestra en Administración de Negocios área Finanzas y Maestra en Gestión de Tecnologías de la Información. Profesora del Instituto Tecnológico de Morelia en el Departamento de Sistemas y Computación. Coordinadora Institucional del programa de Tutorías del ITM. Actualmente Estudiante del Doctorado en Educación con Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento. Pertenecer a la línea de investigación de Ingeniería de Software y a la Fabrica Academica del Instituto Tecnológico de Morelia

**Miriam Zulma Sánchez Hernández.** Dra. En Educación con Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento. Profesora titular del Instituto Tecnológico de Morelia, en el Departamento de Sistemas y Computación. Pertenecer a la línea de investigación de Ingeniería de Software y al cuerpo académico de Innovación Educativa, y lider de la Fabrica Academica del Software del ITM

**Abel Alberto Pintor Estrada.** Maestro en Ciencias en Ciencias Computacionales. Profesor titular del Instituto Tecnológico de Morelia en el Departamento de Sistemas y Computación. Coordinador del posgrado de Sistemas y Computación. Pertenecer a la línea de investigación de Ingeniería de Software y la Fabrica Academica de Software del Instituto Tecnológico de Morelia.

**Carlos Fabián Escudero García.** Maestro en Ingeniería, Subdirector académico del Instituto Tecnológico de Morelia, Docentes del Instituto Tecnológico de Morelia.

# ANÁLISIS FODA DE LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS QUE SE OFERTAN EN LA MODALIDAD SEMIESCOLARIZADA DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

Dra. Iliana Josefina Velasco Aragón<sup>1</sup>, Dra. Heriberta Ulloa Arteaga<sup>2</sup>,  
Dra. Beatríz Rojas García<sup>3</sup> y Dra. Ileana Margarita Simancas Altieri<sup>4</sup>

**Resumen**—De acuerdo con el estudio “El Valor de la educación. El precio del éxito” de HSBC Holdins pic (2018), en México el 92% de estudiantes universitarios trabajan en empleos parciales para ayudar a sus padres a obtener ingresos que permitan cubrir los costos asociados a su educación y mejorar sus posibilidades laborales. La presente investigación se considera de tipo cuanti-cualitativo (mixto) y se llevó a cabo mediante la aplicación de una entrevista en universidades de la ciudad de Tepic, Nayarit, que ofertan programas semiescolarizados, con el objetivo de realizar un análisis FODA que permita a la Unidad Académica de Contaduría y Administración, contar con un diagnóstico oportuno y una propuesta para mejorar la calidad de su oferta académica en esta modalidad.

**Palabras clave**— Educación, modalidades educativas, FODA

## Introducción

En la actualidad, existen muchos jóvenes que se dedican a trabajar y estudiar, con la finalidad de poder solventar los gastos personales y familiares, situación que conlleva a cursar una carrera universitaria en modalidades diferentes a la tradicional y apropiadas para su situación personal; por tal motivo se vuelve algo complejo el elegir una universidad que se adecúe a su capacidad de pago y disponibilidad de horario, decisión que además depende de la licenciatura que se prefiera estudiar por vocación o conveniencia. Por tal motivo se consideró necesario realizar un diagnóstico de los planes de estudio de las instituciones de educación superior que ofrecen programas educativos del área económico administrativa dentro de la modalidad semiescolarizada en la ciudad de Tepic, Nayarit, México.

Los programas de modalidad semiescolarizada según la SEP (2008) son aquellos que se caracterizan por ser flexible en el tiempo y en el espacio y adaptable a los alumnos. En ellos los estudiantes pueden aprender de acuerdo con su ritmo de aprendizaje o su interés personal. No requieren asistir cotidianamente a un establecimiento educativo. La apertura implica también mayores libertades respecto de los sitios, horarios y calendarios de estudio.

La crisis económica ha hecho mella en el perfil de los estudiantes universitarios. En la última década, el número de alumnos que estudian y trabajan al mismo tiempo ha pasado del 59% en 2008 al 67% en 2014. Así, según un estudio de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), dos de cada tres universitarios compaginan actualmente los estudios con una actividad laboral (Mouzo, 2017), por lo que con base en lo anterior se podría pensar que esta tendencia irá en aumento.

No obstante, una persona que desee superarse a nivel profesional, intelectual y laboral se enfrenta a la difícil tarea de encontrar una universidad que se adecue a su ritmo de vida, pero, principalmente a su capacidad de pago.

Según el estudio denominado: “El valor de la Educación el precio del éxito” realizado por HSBC Holdins pic (2018), en México los jóvenes dicen gastar a lo largo de su educación universitaria de cuatro años un promedio de 252 mil 046 pesos y, de este monto que considera alimentos, colegiaturas, transporte, libros y otros servicios, principalmente, los padres dicen aportar únicamente el 43% en promedio.

Mouzo (2017) menciona que el estudiar y trabajar a la vez pasa factura en términos académicos, ya que este tipo de estudiantes sacan peores notas que los que estudian a tiempo completo y tienen más posibilidades de abandono escolar, sin embargo, tiene su lado positivo, ya que el combinar la carrera con un trabajo vinculado a los estudios tiene efectos positivos para una mejor inserción laboral una vez graduados.

En contraste, HSBC Holdins pic (2018) menciona que esta situación, implica que los estudiantes enfrenten un gran reto para equilibrar sus estudios y su trabajo: en un día promedio, los estudiantes en México pasan 4.9 horas al

<sup>1</sup> Iliana Josefina Velasco Aragón, Docente de la Universidad Autónoma de Nayarit, México. [iliana.velasco@uan.edu.mx](mailto:iliana.velasco@uan.edu.mx) (**actor corresponsal**)

<sup>2</sup> Dra. Heriberta Ulloa Arteaga, Docente de la Universidad Autónoma de Nayarit, México, [heri\\_42@hotmail.com](mailto:heri_42@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dra. Beatríz Rojas García, Docente de la Universidad Autónoma de Nayarit, México. [bettytepic@hotmail.com](mailto:bettytepic@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dra. Ileana Margarita Simancas Altieri, Universidad Autónoma de Nayarit, México, [ileanamarsa@hotmail.com](mailto:ileanamarsa@hotmail.com)

día en un empleo pagado, más tiempo del que dedican a lecturas o estudiando en casa (2.9 horas) o en conferencias o tutorías (1.6 horas).

Adicional a lo anterior UVM (2017) sostiene que las situaciones que influyen para conseguir un primer empleo son las siguiente: en primer lugar las relaciones sociales, ya que el 34% de quienes cursaron sus estudios en universidades privadas y 28% de los egresados de universidades públicas declararon haber obtenido de esta forma su primer trabajo y en segundo lugar el servicio social o las prácticas profesionales, ya que representan una forma eficaz para la obtención de empleo para 26% de los egresados de universidades públicas y 18% de los egresados de universidades privadas. Por lo tanto, trabajar y estudiar entonces favorece la adquisición de experiencia laboral y las relaciones sociales que en un futuro les permite a los egresados acceder a mejores oportunidades de empleo.

La Unidad Académica de Contaduría y Administración (UACyA) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) oferta tres programas académicos de licenciatura del área económica administrativa (Administración, Contaduría y Mercadotecnia) en modalidad semiescolarizada -no convencional-. Estos programas se llevan a cabo en el horario de viernes por la tarde y sábado en la mañana, y como en todas las actividades del mundo actual, la competencia entre instituciones académicas no se ha hecho esperar, existiendo varias escuelas más que también han implementado programas de este tipo, por lo que era necesario realizar una investigación que proporcionara datos de su oferta académica y de esta manera realizar un análisis que diera elementos para mejorar su calidad educativa.

La presente investigación tiene como objetivo identificar las características que tienen los programas académicos de nivel licenciatura que se ofertan en la modalidad semiescolarizada en las Instituciones de Educación Superior de la ciudad de Tepic, Nayarit, para posteriormente llevar a cabo un comparativo de las facilidades que ofrece este modelo en estos centros educativos y una vez con estos resultados llevar a cabo un análisis FODA de las licenciaturas que oferta en esta misma modalidad la Unidad Académica de Contaduría de la Universidad Autónoma de Nayarit y presentar propuestas que puedan representar mejoras en sus programas educativos semiescolarizados.

Para identificar las universidades o escuelas que pudieran ofertar carreras en la ciudad de Tepic, Nayarit, con este tipo de modalidad educativa se utilizó la base de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del INEGI, que al principio arrojó la cantidad de 44, pero al momento de analizar esta cantidad de establecimientos nos percatamos de que no todos correspondían a Instituciones de Educación Superior, algunos de estos establecimientos eran oficinas administrativas de diversas universidades, centros de investigación, universidades que no ofertaban carreras en modalidad semiescolarizada o simplemente ya no existían, cosa que nos obligó a llevar a cabo un censo para identificar aquellas Instituciones de Educación Superior IES que si tenían y que ofertaban carreras en modalidad semiescolarizada y desechar las demás, quedando al final para el estudio un total de 15 escuelas mismas que fueron visitadas en su totalidad a las cuales se les realizó la entrevista correspondiente que permitió llegar a la obtención de los presentes resultados.

Se puntualizaron los rasgos para llevar a cabo el comparativo de las IES entrevistadas, mismos que se mencionan a continuación: horarios ofertados, duración de las carreras, periodos académicos (semestre, cuatrimestre), costos de inscripción, formas de titulación, asesorías, integración dentro del mapa curricular el idioma inglés, oportunidades para acreditar las unidades de aprendizaje reprobadas, costos de llevar a cabo las recuperaciones de las mismas, duración de prácticas profesionales y atención psicopedagógica gratuita para los estudiantes. Posteriormente a la obtención de datos se llevó a cabo un comparativo con los resultados proporcionados por las escuelas y al final un análisis FODA de la Unidad Académica de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Nayarit, para identificar su situación frente a la competencia.

Para Ponce (2006) el Análisis FODA proviene del acrónimo en inglés SWOT, en español las siglas son FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que en su conjunto diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa; es decir, las oportunidades y amenazas. Este análisis también tiene que generar elementos para lograr un equilibrio o ajuste entre la capacidad interna de la organización y su situación de carácter externo, es decir las oportunidades y amenazas.

### **Descripción del Método**

Este trabajo se considera de tipo cuantitativo y cualitativo (mixto) debido a que en un primer momento se basa en la recolección y análisis de datos numéricos derivados de las preguntas realizadas en la entrevista de investigación que pudieran ayudar a conocer la situación que guardan los programas académicos de modalidad semiescolarizada que se ofertan en las escuelas de educación superior de la ciudad de Tepic, Nayarit. El enfoque mixto de investigación es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento (EUMED, 2012). Y en un segundo momento se apoya en la utilización del método de análisis FODA, para determinar con base en los resultados obtenidos de la investigación, las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que guardan los programas

académicos ofertados por la UACyA en comparación con los ofertados por las demás escuelas. El Análisis FODA o Matriz FODA es una metodología de estudio de la situación de una organización o empresa en su contexto y de las características internas (situación interna) de la misma, a efectos de determinar sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. La situación interna se compone de dos factores controlables: fortalezas y debilidades, mientras que la situación externa se compone de dos factores no controlables: oportunidades y amenazas. Es una herramienta utilizada para conocer la situación real en que se encuentra la organización (Ballesteros, 2010). La entrevista es una técnica de recogida de información de las más utilizadas en procesos de investigación (Folgueiras, s/f).

Esta técnica fue elegida debido a que para este trabajo de investigación en particular, interesaba recolectar información muy precisa que en su mayoría no podía ser obtenida a menos que los investigadores acudieran a solicitarla de manera personal a cada una de las escuelas y, en caso de dudas, se pudiera abundar en las respuestas de los entrevistados. Para este caso en particular se elaboró una entrevista de tipo estructurada con veintiséis preguntas y se aplicó en campo a un total de 15 Instituciones de Educación Superior una pública y catorce privadas (15 entrevistas en total). Estas entrevistas fueron realizadas a la persona que en cada escuela eran los responsables de proporcionar información a los estudiantes que desean ingresar a cursar sus programas académicos, mismas escuelas que se mencionan a continuación: Tecnológico de Monterrey sede Tepic, Instituto las Américas de Nayarit, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Nayarit, Universidad Nueva Galicia, Centro Universitario UNE, A.C., Universidad del Álca, Universidad Intercontinental Pirre Fauchard, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Nayarit, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Matatipac, A.C. Instituto de Estudios del Rey Nayar, UNIVER Nayarit, dos campus de la Universidad del Valle de Atemajac, la Universidad Marista de Nayarit (Cristóbal Colón), Universidad Autónoma de Nayarit

Sampieri et al, (2010) Menciona que en las muestras homogéneas las unidades a seleccionar poseen un mismo perfil o características, o bien, comparten rasgos similares. Su propósito es centrarse en el tema a investigar o resaltar situaciones, procesos o episodios en un grupo social, en este caso todas aquellas IES que ofertan programas semiescolarizados. Los resultados que se obtuvieron mediante el instrumento de investigación se tradujeron en porcentajes que se presentan a continuación en tablas y gráficos de pastel:

### **Resultados**

El 50% de las escuelas encuestadas ofrece modalidad semiescolarizada y/o a distancia ya que como lo menciona Peinado (2011) cada vez son más los jóvenes cuentan con mayores responsabilidades de índole familiar o laboral, lo que compromete a los estudiantes en la disponibilidad de tiempo para la dedicación plena de su desarrollo académico, además de existir más personas en edad adulta que desean seguir con su desarrollo educativo y profesional.

Gran parte de las escuelas investigadas que ofertan modalidad semiescolarizada, asisten sólo un día de la semana, el sábado en todos los casos. Esto es algo importante que debe de considerar la UACyA dentro de su ofrecimiento académico de programas semiescolarizados, ya que a estos se asiste en las tardes de los viernes y los sábados por la mañana, abarcando dos días en lugar de uno, y esto puede ser un factor que haga que los estudiantes opten por incorporarse a otras escuelas en donde solamente el sábado se asiste a clases, ya que de esta manera es más fácil que en su trabajo les otorguen permiso para estudiar al requerir ausentarse un solo día y no dos, e incluso existen varias empresas que trabajan semana inglesa, en cuyo supuesto sus estudios no afectarían su trabajo. De realizar estos ajustes será importante complementar los horarios presenciales con asesorías o tutoriales en línea, para no mermar la calidad de la instrucción.

El periodo promedio de duración de la carrera en sistemas semiescolarizado es de 3 años en la mayoría de los casos. Las otras seis escuelas restantes no tienen ofertadas carreras administrativo-contables.

En el caso de la UACyA tiene la ventaja de contar con un programa flexible que le permite cargar un número de unidades de aprendizaje diferente a cada estudiante, algunos deciden dar de alta más y otros menos materias en un periodo determinado, de acuerdo a su disponibilidad, capacidad y al ritmo en que cada uno de ellos desea avanzar en sus estudios, al mismo tiempo que ofrece la posibilidad de cursar unidades de aprendizaje en periodos intersemestrales, estrategia que permite acortar el tiempo de la carrera.

Se observa que predominan las carreras con periodos académicos escolares cuatrimestrales y diferentes al semestral que prevalece en la UACyA.

En los nueve programas académicos que se ofertan en modalidad semiescolarizada se proporcionan asesorías académicas a los estudiantes.

En el caso de los programas académicos de la UACyA, adicional a las asesorías académicas a las que tienen derecho los estudiantes, existe la figura del Tutor que lo acompaña durante toda su carrera, quien coadyuva en la

formación integral de los estudiantes, a través de temáticas tales como: conformación de su perfil de egreso o profesional, orientación académica, participación en proyectos de responsabilidad social, canalización de los mismos a los distintos servicios e instancias de la Universidad, potencialización de sus habilidades académicas y de investigación, desarrollo y fortalecimientos de sus valores e inteligencia emocional y elaboración de su plan de vida y carrera, entre otras.

60% de las escuelas encuestadas tienen integradas en su mapa curricular unidades de aprendizaje de inglés, en uno o varios semestres. Esta se considera un área de oportunidad para los programas académicos semiescolarizados de la UACyA, ya que hasta este momento no se ofrece inglés dentro de las carreras ofertadas, aun así, la Universidad Autónoma de Nayarit cuenta con una Coordinación de Asuntos Internacionales en donde los alumnos interesados se puede aprender no solamente el inglés, sino un total de diez lenguas distintas y su cultura, además de contar con un programa permanente de movilidad internacional, que brinda apoyo en la gestión, asesoría e información para estudiantes, docentes y trabajadores administrativos interesados en movilidad internacional. Programa que supera con mucho a las demás escuelas.

De las 15 escuelas analizadas sólo la UACyA ofrece apoyo psicopedagógico a sus estudiantes.

Solamente en el caso de los programas académicos semiescolarizados de la Universidad Autónoma de Nayarit se ofrece diagnóstico, canalización y atención psicopedagógica a los estudiantes. Incluso se cuenta con convenios que se han realizado por parte de la Secretaría de Vinculación de la Universidad, que permiten en caso necesario que el alumno tenga acceso a atención psiquiátrica oportuna y sin costo.

Se observa que los costos de recuperación de las unidades de aprendizaje reprobadas en otras escuelas están muy por encima del que se paga en la Unidad Académica de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Nayarit, que equivale a \$ 169.00.

Con base en la información presentada anteriormente a continuación se presente el análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) realizado con base en los resultados obtenidos del instrumento aplicado.

*Tabla 1. Resultados del análisis FODA de los programas Académicos que se ofertan en la modalidad semiescolarizada de la Unidad Académica de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Nayarit.*

ANÁLISIS INTERNO	ANÁLISIS EXTERNO
<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Licenciaturas acreditadas por ANFECA.</li> <li>✓ Inscripciones anuales.</li> <li>✓ Cuota interna cada semestre.</li> <li>✓ Costos muy accesibles</li> <li>✓ Oferta a los estudiantes apoyo psicopedagógico.</li> <li>✓ 5 oportunidades para recuperar una unidad de aprendizaje.</li> <li>✓ Cuenta con asesorías extra clases para alumnos.</li> <li>✓ Oferta distintos tipos de titulación.</li> <li>✓ Cubrimiento del costo del examen CENEVAL</li> <li>✓ Bolsa de trabajo.</li> <li>✓ Docentes con excelente trayectoria académica.</li> <li>✓ Congresos multidisciplinarios.</li> <li>✓ Se tienen cuerpos académicos.</li> <li>✓ Movilidad estudiantil.</li> <li>✓ Ofrece apoyo psicopedagógico gratuito y de calidad a sus estudiantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingresar la unidad de aprendizaje Inglés.</li> <li>✓ Ofrecer capacitaciones para alumnos y maestros en temas de actualidad de acuerdo a su vocación y perfil.</li> <li>✓ Establecer relaciones con empresas grandes para bolsa de trabajo.</li> <li>✓ Implementar un modelo de prácticas profesionales que le permitan al estudiante una movilidad hacia otros estados.</li> <li>✓ Ofertar licenciaturas a modalidad a distancia.</li> <li>✓ Ofertar maestrías y licenciaturas exclusivamente los días sábado.</li> <li>✓ Realizar mayor promoción de las licenciaturas en las preparatorias del Estado de Nayarit.</li> </ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta de comunicación respecto a trámites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Instituciones privadas con modalidad</li> </ul>

<p>de titulación.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ No se lleva un adecuado control de los estudiantes que realizan su servicio social y/o prácticas profesionales y tampoco se aprovecha esa oportunidad para retroalimentar los programas académicos con los puntos de vista de los empresarios.</li><li>✓ Modalidad semiescolarizado en viernes y sábado.</li><li>✓ Falta de capacitación de algunos docentes, sobre todo los de nuevo ingreso.</li><li>✓ Oferta de los mismos diplomados a través de los años.</li><li>✓ Ofrece poca práctica en las unidades de aprendizaje.</li></ul>	<p>sabatina.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Licenciaturas económicas – administrativas con idioma inglés.</li><li>✓ Oferta de posgrados enfocados hacia otros temas novedosos.</li><li>✓ Universidades que otorgan movilidad estudiantil para la realización de prácticas profesionales.</li><li>✓ Innovación de los modelos educativos.</li><li>✓ Carreras en periodo de 3 años realizadas en cuatrimestres.</li></ul>
---	--

### Conclusiones

La Unidad Académica de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Nayarit se encuentra muy por encima de las demás Instituciones Educativas que ofrecen programas semiescolarizados (no convencionales) en la Ciudad de Tepic, Nayarit; sin embargo, adicional a las oportunidades plasmadas en el anterior análisis FODA, es necesario considerar las siguientes propuestas de mejora: Mantener la Acreditación de los programas académicos ofertados por la UACyA, mejorar el mantenimiento de la infraestructura de la Unidad Académica, ya que ésta es una fortaleza de los programas, fortalecer la bolsa de trabajo de la Unidad Académica, invertir en capacitación docente, sobre todo en lo referente a las TIC (Blended Learning (B-Learning), E- Learning (modalidad a distancia), formar cuadros de docentes bilingües, introducir dentro de la currícula de todas las licenciaturas que oferta la UACyA las unidades de aprendizaje del idioma inglés, para que los jóvenes universitarios egresen con verdaderas competencias en esta lengua, especialmente en lo que se refiere al inglés de negocios fortalecer las asesorías extra clase y darle más promoción entre los estudiantes, fortalecer las acciones de investigación en dónde participen los jóvenes estudiantes de todos los programas y difundir los apoyos psicopedagógicos entre la comunidad estudiantil.

Como resultado de la presente investigación se puede concluir que en la Ciudad de Tepic, Nayarit, México, la Unidad Académica de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Nayarit es por mucho, la mejor opción para estudiar las licenciaturas en administración, contaduría y mercadotecnia dentro del sistema semiescolarizado

### Referencias

- Ballesteros, H. (2010). Análisis FODA (Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) Revista Uruguaya de Enfermería, 5 (2): 8-17. Recuperado de: [file:///C:/Users/liliana%20velazco/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge\\_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/85-Texto%20del%20artículo-334-1-10-20150826%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/liliana%20velazco/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/85-Texto%20del%20artículo-334-1-10-20150826%20(1).pdf).
- EUMED (2012). Enfoque mixto de la investigación. Recuperado de [http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/enfoque\\_mixto.html](http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/enfoque_mixto.html).
- Folgueiras, P. (s/f). Técnica de recogida de la información de la entrevista. Recuperado de: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/99003/1/entrevista%20pf.pdf>.
- HSBC Holdings pic (2018). El Valor de la Educación el Precio del Éxito. México. Recuperado de: [https://www.hsbc.com.mx/content/dam/hsbc/mx/documents/seguros/el\\_valor\\_dela\\_educacion.pdf](https://www.hsbc.com.mx/content/dam/hsbc/mx/documents/seguros/el_valor_dela_educacion.pdf).
- Mouzo, J. Q. (2017). Dos de cada tres universitarios estudian y trabajan durante la carrera. El País, El Periódico Global. Recuperado de: [https://elpais.com/ccaa/2017/05/02/catalunya/1493749986\\_924040.html](https://elpais.com/ccaa/2017/05/02/catalunya/1493749986_924040.html)
- Peinado, G. R. (2011). El impacto de la tutoría escolar en la proyección de los estudiantes adultos en el nivel medio superior modalidad semiescolarizada. Revista Sociedad, Cultura y Desarrollo, de la Universidad Autónoma Indígena de México. Vol. 7, (1), pp. 21-23. Recuperado de: [http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/3-IMPACTO%20DE%20LA%20TUTORIA%20ESCOLAR%20EN%20LA%20PROYECCION\\_Hector%20Peinado...pdf](http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/3-IMPACTO%20DE%20LA%20TUTORIA%20ESCOLAR%20EN%20LA%20PROYECCION_Hector%20Peinado...pdf)
- Ponce T. H. (2006) "La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales". Revista Contribuciones a la economía, pp 2-2. Recuperado de: <https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/00290.pdf>
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. México, D.F: McGRAW-HILL.

- SEP (2008). Términos utilizados en la Dirección General de Planeación y Programación. Secretaría de Educación Pública. México. Recuperado de: <http://cumplimientopof.sep.gob.mx/content/pdf/Glosario%202008%2024-jun-08.pdf>.
- UVM. (2017). Laureate International Universities. Recuperado de: <http://laureate-comunicacion.com/prensa/la-mitad-de-los-universitarios-en-mexico-estudian-y-trabajan/>.

# ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y ÓPTICAS DE MATERIALES PLÁSTICOS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE PARRILLAS EXTERIORES PARA AUTOMÓVILES

Ing. Nuria Vendrell Barraza<sup>1</sup>, Dr. Manuel Gutierrez Nava<sup>2</sup>

**Resumen**— Las actuales exigencias de la industria automotriz y sus consumidores obligan a las empresas a desarrollar e innovar nuevos materiales, actualmente se manejan 3 opciones de polímeros recomendados para su uso en la inyección de parrillas exteriores plásticas automotrices moldeadas en color, que para cumplir los requerimientos tienen que ser sometidos a procesos adicionales de evaluación y desempeño; sin embargo, estos materiales están limitados en algunas propiedades de desempeño y apariencia que resultan esenciales para el mercado. El presente trabajo presenta un estudio comparativo entre los tres materiales comúnmente utilizados para la fabricación de parrillas exteriores (TPO, ASA, PC) y tres materiales propuestos (ABS+PC, TPO+25% de fibra de vidrio, PP + 20% fibra de vidrio). La comparación entre los materiales fue hecha con base en la determinación de sus propiedades mecánicas de tensión y resistencia al impacto, así como del brillo.

**Palabras clave**— Polímeros, Automotriz, Propiedades Mecánicas, inyección de plásticos.

## Introducción

En la actualidad el diseño de componentes exteriores de automóviles ha tomado relevancia para la industria automotriz, tanto por la importancia de una apariencia que resulte atractiva para los clientes, como por la necesidad de cumplir las regulaciones de seguridad, que cada vez son más exigentes por parte del sector. Dos de los componentes que conforman el exterior de un vehículo son las fascias tanto frontales como traseras, que cubren principalmente las siguientes funciones: dar una apariencia atractiva al vehículo, contribuir con el coeficiente de arrastre / succión, proveer soporte a otros componentes y dar protección al resto de los componentes del vehículo (A. Abdelnour & D.Baer, 2011).

Las fascias están conformadas a su vez de un gran número de subcomponentes; en el caso de la fascia frontal esta contiene a la parrilla exterior, (A. Abdelnour & D.Baer, 2011) la cual es considerada como el componente que da característica a la marca, contribuyendo también con la apariencia e identidad del fabricante y permite al vehículo cumplir con los requerimientos de flujo de aire al compartimento del motor.

Las parrillas exteriores son producidas mediante el proceso de inyección de plásticos, requiriéndose la selección correcta del material, la cual estará definida por varios factores como la complejidad del diseño, si se trata de una pieza moldeada en color, pintada o cromada y su costo de producción (Candido, et al., 2010).

En este trabajo se reporta un estudio comparativo entre materiales plásticos: tres materiales que son ya utilizados en la fabricación de parrillas exteriores (TPO, ASA y PC), los cuales cumplen con ciertas especificaciones técnicas y de desempeño, y tres nuevos materiales (ABS+PC, TPO@25% de fibra de vidrio y PP@20% fibra de vidrio). Las propiedades de tensión, impacto multiaxial y brillo para cada material fueron evaluadas y comparadas entre sí.

## Descripción del Método

### Marco teórico

Actualmente se tienen tres materiales termoplásticos aprobados para su utilización en la inyección de parrillas exteriores (SZETEIOVÁ, 2010): poliolefina termoplástica (TPO), acrilonitrilo estireno acrilato (ASA) y policarbonato (PC). Cada uno de estos materiales cumple ciertas especificaciones:

El TPO es utilizado para parrillas moldeadas en color, si el brillo requerido para la pieza es  $\leq 20^\circ$  GU (unidades de brillo), y si el diseño de la parrilla no es complejo. Este material tiene una densidad de 0.96 g/cm<sup>3</sup>.

El ASA es utilizado solo para parrillas moldeadas en color (Niessner & Wagner, 2013), si el brillo se encuentra en valores entre  $20^\circ$  y  $30^\circ$  GU. Este material moldeado en color es capaz de cumplir únicamente 1250 KJ/m<sup>2</sup> de energía radiante en una prueba de exposición a la intemperie de acuerdo con los requerimientos internos del sector automotriz para partes plásticas; sin embargo, para parrillas exteriores el requerimiento a cumplir 3500 KJ/m<sup>2</sup> de energía radiante soportada en la misma prueba. Este material tiene una densidad de 1.07 g/cm<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Nuria Vendrell Barraza, ing., es Estudiante de la Maestría en Manufactura Avanzada en CIATEQ, A.C. Lerma de Villada, Estado de Mexico. [nurivb2303@gmail.com](mailto:nurivb2303@gmail.com) (autor corresponsal) .

<sup>2</sup> El Dr. Manuel Gutierrez Nava, es Gerente de Síntesis y Formulación de Polímeros en CIATEQ, A.C. Lerma de Villada, Estado de México. [manuel.gutierrez@ciateq.mx](mailto:manuel.gutierrez@ciateq.mx)

Por su parte, el PC puede ser utilizado para parrillas moldeadas en color, este material es capaz de dar un brillo entre 80° y 90° GU (Pickett & Dallos, 2019). Este material es capaz de cumplir el requerimiento de 3500 KJ/m<sup>2</sup> de energía radiante en la prueba de exposición a la intemperie. Este material tiene una densidad de 1.22 g/cm<sup>3</sup>.

A pesar de contar con tres materiales poliméricos que cumplen con las especificaciones para la fabricación de parrillas externas de automóviles, ninguno de estos es capaz de cumplir con todos los requerimientos que demanda el mercado. Por ejemplo, el requerimiento de resistencia a impactos de agentes externos como rocas, arena, ralladuras, etc., o el tener y conservar un brillo mayor o igual a 80° GU, además de la necesidad de evitar procesos adicionales como pintura, cromado o graneado. Lo anterior ha obligado a buscar alternativas de materiales que ayuden a sustentar todos estos requerimientos.

Las configuraciones actuales basados en el uso de los tres materiales descritos, permiten alcanzar por una parte alto brillo, pero sacrificando la resistencia al impacto y, por otra parte, lograr una buena resistencia al impacto, pero con la necesidad de agregar un recubrimiento adicional para cubrir los requerimientos estéticos y alcanzar el brillo requerido. Por lo que cada uno de estos materiales presentan problemáticas diferentes.

El TPO presenta un brillo menor o igual a los 20° GU por lo que no cubre los requisitos de apariencia para una parrilla plástica. El acrilonitrilo estireno acrilato (ASA) a pesar de dar muy buenos resultados en las pruebas de durabilidad, su brillo oscila entre los 20° y las 30° GU, requiriendo de un tratamiento superficial adicional para resaltar el brillo en las áreas requeridas. No obstante, aún con el tratamiento superficial no se alcanza un brillo de 80° GU.

Mientras que el policarbonato (PC), es usado por su capacidad de alcanzar 80° GU de brillo sin necesidad de un proceso adicional, sin embargo, este termoplástico presenta un desgaste temprano que conlleva a problemas de garantías por insatisfacción del usuario final (Mann, 1999).

Como una alternativa a los materiales mencionados y con el objetivo de encontrar un material que permita cumplir tanto con los requerimientos de resistencia al impacto como de alto brillo, se propuso el uso y evaluación de tres materiales que actualmente son utilizados en la de fabricación de componentes de apariencia para otras partes del vehículo, específicamente paneles de puertas.

#### *Procedimiento de investigación*

A continuación, se describen los materiales que fueron seleccionados y evaluados:

Cycoloy MC1300: es una resina compuesta de ABS + PC, con un flujo adecuado para ser utilizado en moldeo por inyección y una muy buena resistencia al impacto (CYCOLOY™, 2017)

SOFTEL: es una resina compuesta de poliolefina termoplástica reforzada con fibra de vidrio al 25% para moldeo por inyección. Por lo general, se usa para aplicaciones estéticas de interiores de automóviles (LyondellBasell Industries, 2019).

Celastran: es un polipropileno con un contenido de 20% de fibra de vidrio larga. Las fibras están químicamente acopladas a la matriz de polipropileno. Los gránulos son cilíndricos y las fibras incrustadas de 10 mm de largo. Las piezas moldeadas con este material por lo regular presentan excelentes propiedades mecánicas, como alta resistencia a la tensión (Celanese, 2016)

Todos los materiales propuestos, así como los de referencia fueron evaluados en sus propiedades de tensión, impacto multiaxial y brillo.

#### *Pruebas de brillo*

Para la prueba de brillo se utilizó un Brillómetro Micro-TRI-Gloss , Modelo Micro-Gloss , Marca: Quality Instruments, para geometrías: 20°, 60° y 85° GU, siguiendo la norma ASTM D523-14. Utilizando probetas de dimensiones 62 x 62 mm según lo indica la norma. En la tabla 1 se reportan los resultados de brillo obtenidos para los seis materiales estudiados a 20°, 60° y 80°, las pruebas se hicieron siguiendo el método ASTM D523-14 (método de prueba estándar para brillo especular).

	TPO	ASA	PC	ABS + PC	TPO + 25% GF	PP + 20% GF
Brillo 20	29.8	56.2	74	59.9	35.4	35
Brillo 60	62	82.9	95.4	86.6	69.9	68.6
Brillo 85	89.8	96.8	97	94.8	95.6	91.5

Tabla 1. Resultados promedio pruebas de impacto, tracción y brillo.

Los resultados de brillo muestran que de los materiales que actualmente son utilizados en el proceso de inyección de parrillas exteriores (TPO, ASA y PC), el que mejor comportamiento presentó es el PC. Mientras que de los materiales propuestos (ABS + PC, TPO + 25% GF y PP + 20% GF) el que mejor resultados dio fue el ABS + PC. particularmente a 85°, la diferencia en brillo entre estos dos materiales es solo de 2 GU (unidades de brillo). De hecho, el ABS + PC presenta valores de brillo muy similares al ASA a 20°, 60° y 85°. Mientras que en el caso del TPO + 25% GF y el PP + 20% GF los valores de brillo están muy por debajo de aquellos del PC y ASA, pero resultan ser mejores que los del TPO.

### Pruebas de Impacto por caída libre

Para la prueba de impacto se utilizó una máquina de Impacto por Caída Libre (Impacto Multiaxial), marca: Zwich/Roell, peso máximo de dardo de 23 kg con una fuerza máxima de 15 kN, a velocidad 4.4 m/s, bajo la norma: ISO 294-1, utilizando probetas de dimensiones de 62 x 62 mm. Obteniendo los diagramas fuerza- recorrido para cada material.

Los resultados para la muestra del TPO mostrados en la Figura 1, indican que es un material muy frágil que se rompe con mucha facilidad, presentando una fuerza máxima a la ruptura de 2.14 kN y una deformación a fuerza máxima de 7.8 mm.

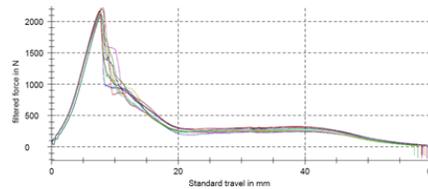


Figura 1. Gráfica fuerza – recorrido para TPO.

De acuerdo con el análisis de la muestra ASA, se observa un comportamiento que corresponde también a un material frágil que se rompe con facilidad a una fuerza máxima a la ruptura de 2.53 kN y una deformación a fuerza máxima de 7.2 mm. En la Figura 2 se muestra el comportamiento de fuerza – recorrido del material.

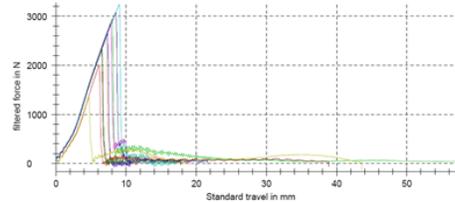


Figura 2. Gráfica fuerza – recorrido para ASA.

Mientras que el PC es el material que presenta la mejor resistencia al impacto requiriendo una fuerza máxima a la ruptura de 7.1 kN y una deformación a fuerza máxima de 17.64 mm y energías del orden de 85 J para fracturarse. En la Figura 3 se muestra el comportamiento de fuerza – recorrido del material sometido a la prueba.

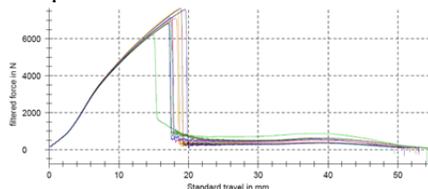


Figura 3. Gráfica fuerza – recorrido para PC.

Los resultados para la muestra de (ABS+PC) mostrados en la Figura 4, indican que es un material con una buena resistencia al impacto, requiriendo una fuerza máxima a la ruptura de 4.8kN, una deformación a fuerza máxima de 14.7mm y energías en el orden de 66.95 J para lograr facturarse.

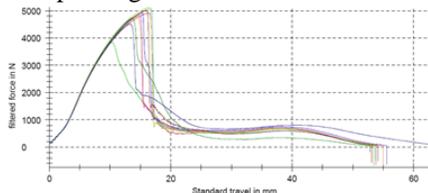


Figura 4. Gráfica fuerza – recorrido para ABS+PC.

Los resultados de esta prueba para la muestra de (TPO + 25% GF), indican que es un material frágil, que se rompe con facilidad, requiriendo una fuerza máxima de ruptura de 2.4 kN y presentando un desplazamiento de 14.8 mm requiriendo energías de 34.51 J para fracturarse. En la Figura 5 se muestra el comportamiento de fuerza – recorrido del material sometido a la prueba.

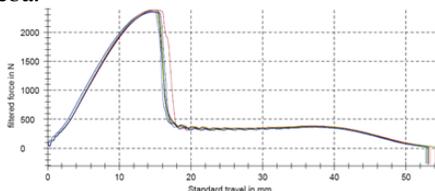


Figura 5. Gráfica fuerza – recorrido para TPO + 25% GF.

De acuerdo con el análisis de la muestra de (PP + 20% GF) se observa un comportamiento correspondiente a un material demasiado frágil en comparación con los otros materiales evaluados, que se rompe con mucha facilidad, requiriendo una fuerza máxima de ruptura de tan solo 0.872 kN presentando un desplazamiento de 5.4 mm requiriendo una energía final de 5.45 J para su ruptura. En la Figura 6 se muestra el comportamiento de fuerza – recorrido del material sometido a la prueba.

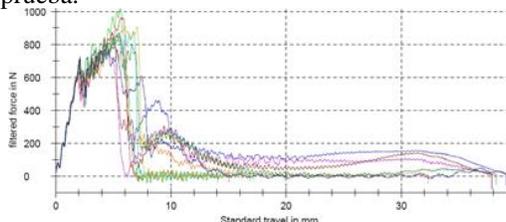


Figura 6. Gráfica fuerza – recorrido para PP + 20% GF.

Los resultados de impacto indican que, de los materiales actualmente utilizados, el que mejor comportamiento presentó es el PC. Mientras que, de los tres propuestos, el que mostro mejor comportamiento fue el compuesto de ABS + PC. La diferencia en la energía requerida para alcanzar la fractura, entre el PC y el compuesto de ABS+PC, es únicamente de 18.06J. Si bien el ABS + PC es más frágil que el PC, los resultados también muestran que es mucho más resistente que los otros dos materiales que son actualmente utilizados (TPO y ASA) y los propuestos (TPO + 25% GF y PP + 20% GF) siendo este último un material extremadamente frágil.

### Pruebas de tensión

Se realizaron pruebas de tensión a los materiales, obteniendo de ellos las curvas de esfuerzo-deformación respectivas para cada uno. Para la prueba de tensión se utilizó una máquina Universal de Ensayos, marca: Zwick / Roell con una celda de carga de 300 kN de cierre, modelo: Z030. Utilizando probetas de 170 mm de largo y 10.2 x 4.2 mm de sección transversal según lo indica la norma ISO 294-1.

Los resultados de esta prueba para la muestra TPO, indican un material con un módulo elástico de 2630 MPA y un esfuerzo máximo de deformación de 37.5 MPA. En la Figura 7 se puede observar la curva esfuerzo – deformación que es propia de un material duro y tenaz.

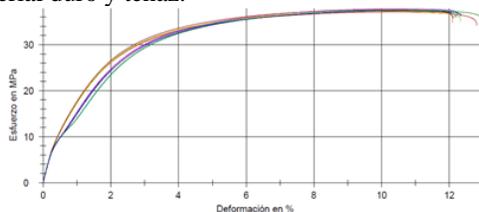


Figura 7. Gráfica esfuerzo-deformación de TPO.

De acuerdo con el análisis de la muestra ASA, se observa un módulo elástico de 2440 MPA y un esfuerzo máximo de deformación de 46.3 MPA, como se muestra en la Figura 8 la curva esfuerzo deformación corresponde a un material de tipo duro y resistente.

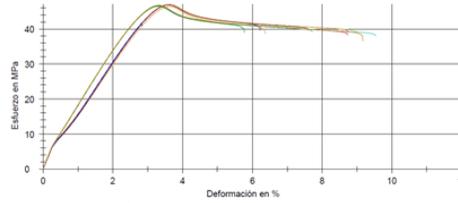


Figura 8. Gráfica esfuerzo-deformación de ASA.

El análisis del material PC, muestra un módulo elástico de 2590 MPA y un esfuerzo máximo de deformación de 62.2 MPA, cuya curva esfuerzo deformación mostrada en la Figura 9 corresponde a un material duro y resistente.

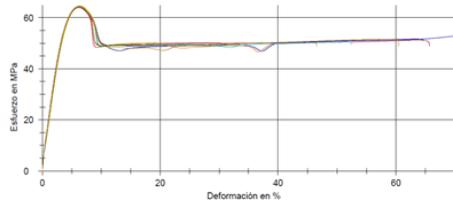


Figura 9. Gráfica esfuerzo-deformación de PC.

Los resultados de esta prueba para la muestra ABS + PC, indican que se trata de un material con un módulo elástico de 2210 MPA y un esfuerzo máximo de deformación de 48.6 MPA, la curva esfuerzo deformación mostrada en la Figura 10 corresponde a un material duro y tenaz.

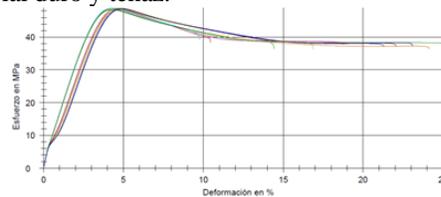


Figura 10. Gráfica esfuerzo-deformación de ABS + PC.

En la Figura 11 se muestra el comportamiento de esfuerzo – deformación del material TPO con 25% GF sometido a la prueba de tensión obteniéndose un módulo elástico de 2140 MPA y un esfuerzo máximo de deformación de 21 MPA, la curva mostrada corresponde a un material blando y tenaz.

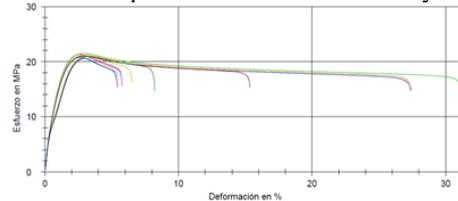


Figura 11. Gráfica esfuerzo-deformación del TPO + 25% GF.

Finalmente, el análisis del material PP + 20% GF, muestra un módulo elástico de 4500 MPA y un esfuerzo máximo de deformación de 76.7 MPA cuya curva esfuerzo – deformación mostrada en la Figura 12 es propia de un material duro y frágil.

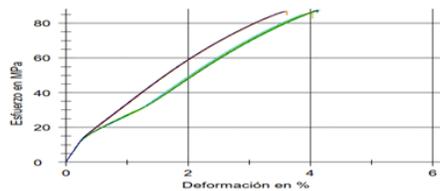


Figura 12. Gráfica esfuerzo-deformación del PP + 20% GF.

Los resultados de tensión indican que de los materiales actualmente utilizados (TPO, ASA y PC), el material más dúctil es el ASA con un módulo elástico de 2440 MPA. Mientras que el TPO resultó ser el más rígido con 2630MPa. De los tres materiales propuestos (ABS + PC, TPO + 25% GF y PP + 20% GF) el que mostró mayor ductilidad fue el TPO + 25% GF con un módulo de Young de 2140MPa mientras que el PP + 20% GF mostró mayor rigidez con un alto módulo de Young en el orden de 4500 MPA.

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

De los resultados obtenidos se observa que de los tres materiales actualmente utilizados en la inyección de parrillas (TPO, ASA y PC), el PC es el que mostro mejores resultados en la prueba de brillo, mientras que el TPO es el que arrojo los resultados más bajos de la prueba, de los tres materiales propuestos (ABS + PC, TPO + 25% GF y PP + 20% GF), el ABS + PC fue el que tuvo mejores resultados en brillo, por lo que representa una alternativa viable para cubrir esta característica, cabe destacar que el PP +20% GF es el material que muestra los resultados más bajos de los tres materiales propuestos, sin embargo tiene mejor capacidad de brillo que el TPO.

En cuanto a la resistencia al impacto, de los materiales actuales el PC fue también el que mostro mejor comportamiento, requiriendo energías del orden de los 85 J para fracturarse, seguido por el ABS + PC, de los materiales propuestos, que mostro también una muy buena resistencia al impacto, soportando energías del orden de 66 J antes de fracturarse. También se observó que el PP + 20% GF, de los materiales propuestos es un material muy frágil, soportando únicamente 5.45 J antes de fracturarse.

En cuanto a los resultados de la tensión, de los materiales actuales, el que mostro el mejor comportamiento fue el TPO, arrojando una gráfica esfuerzo-deformación propia de un material duro y tenaz, resistiendo un esfuerzo máximo a la deformación de 37.5 MPA, por otro lado de los materiales propuestos, el que arroja un comportamiento adecuado a las necesidades es el ABS+ PC, que mostro una curva esfuerzo- deformación correspondiente a un material duro y tenaz, resistiendo un esfuerzo máximo a la deformación de 48.6 MPA.

### Conclusiones

Se concluye después del análisis de resultados, que el mejor material para la inyección de parrillas continúa siendo el PC, que es un material ya actualmente utilizado, con un buen balance entre capacidad de brillo, resistencia al impacto y a la tensión, una alternativa sería el ABS + PC, sin embargo, este material presenta propiedades ligeramente menores en comparación con el PC tanto en tensión brillo e impacto.

Los materiales ASA, TPO y TPO + 25% GF, si bien mostraron propiedades interesantes, están fuera de las especificaciones que demanda la calidad del producto, dando resultados de brillo bajos comparados con el PC y el ABS + PC.

El material con el comportamiento menos apropiado para la aplicación en parrillas exteriores automotrices, resulto ser el TPO + 25% GF, con propiedades mecánicas y de brillo no adecuadas.

## Referencias

- A. Abdelnour, S. & D.Baer, S.(2011). Vehicle fascia and grille assembly. Clarkston, MI, Patente N° US7896409.
- Candido, G., Souza, J. & Silveira, R. (2010). Technical and economic considerations in development design of bumper fascias of passenger vehicles in the automotive industry, Brasil: University of Sao Paulo.
- Celanese. (2016). Celastran. <http://tools.celanese.com/standard/main/quicksearch/ds/0>, p. Consultada 3 de Julio 2019.
- CYCOLOY™, S. (2017). RESIN MC1300. [https://pc-api-public.sabic.com/uploads/26dd5ef0/5e62/e711/80fb/005056857ef3/CYCOLOY%E2%84%A2%20Resin\\_MC1300\\_Asia\\_Technical\\_Data\\_Sheet.pdf](https://pc-api-public.sabic.com/uploads/26dd5ef0/5e62/e711/80fb/005056857ef3/CYCOLOY%E2%84%A2%20Resin_MC1300_Asia_Technical_Data_Sheet.pdf), p. Consultada 3 de Julio de 2019.
- LyondellBasell Industries. (2019). <https://www.lyondellbasell.com/en/polymers/p/Softell-TKG-300NU-BLK/97e181f9-8c68-407f-ac8f-b83a7923342d>, p. Consultada 3 de Julio de 2019.
- Mann, D. (1999). Automotive Plastics and Composites: Worldwide Markets and Trends. Kidlington, United Kingdom: Elsevier Advanced Technology.
- Niessner, N. & Wagner, D. (2013). Practical guide to structures, properties and applications of styrenic polymers. Shropshire, United Kingdom: Smithers Rapra Technology.
- Pickett, T. J. & Dallos, R. J. (2019). Low stress attachment for high gloss weatherable polycarbonate decorative applications. Detroit, MI, Patente n° US010279766B2.
- Szeteiová, K. (2010). Automotive materials plastics in automotive markets today, institute of Production Technologies, Machine Technologies and Materials, Faculty of Material Science and Technology in Trnava, Slovak University of Technology Bratislava: s.n.

# FACTORES DESENCADENANTES DEL ESTRÉS ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DE LA LIC. DE QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO DEL CUCEI/UDG

Dra. Beatriz Venegas Ruiz<sup>1</sup>, Dra. Alma Elizabeth Rojas Romero<sup>2</sup>,  
M. en C. Cristina Martínez Cárdenas<sup>3</sup> y Dr. Enrique Michel Valdivia<sup>4</sup>

**Resumen**—En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, en estudiantes de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo, en el ciclo escolar 2019 B, los cuales habían sido diagnosticados con estrés, para identificar los factores desencadenantes de dicho trastorno y proponer estrategias de mitigación.

**Palabras clave**—Estrés Académico, factores desencadenantes, desempeño académico, estudiante universitario.

## Introducción

Se ha observado que estudiantes de nivel superior están propensos a padecer estrés académico debido a la alta exigencia académica que demandan los estudios; esto puede influir en su rendimiento académico. Por lo anterior, se considera relevante identificar cuáles son los factores que pudieran estar propiciando estrés en los universitarios.

Al respecto, Toribio, et al., (2016) menciona que “México es uno de los países con mayores niveles de estrés en el mundo en razón de que presenta los principales factores tales como la pobreza, cambios constantes en la situación laboral y social, contaminación y la competencia entre los compañeros de trabajo y de clases”. Así mismo menciona que, diversos estudios refieren que el ingreso a la educación superior, implica un conjunto de factores altamente estresantes, debido a una falta de adaptación al nuevo ambiente.

Señalan además que en general, los trabajos encontrados sobre el tema de estrés académico demuestran la existencia de índices destacados de estrés entre los estudiantes universitarios de tiempo completo, siendo estos más altos por ejemplo, en los periodos de exámenes, cuando se tiene sobrecarga académica en los primeros cursos de la carrera, una enseñanza y aprendizaje demasiado centrada en la memorización, cuando hay falta de tiempo para estudiar, las exigencias y demandas de algunas materias y profesores, así como realizar diversas intervenciones en público, en el momento que existen deficiencias metodológicas del profesorado y su forma de enseñar; y cuando el estudiante obtiene resultados que no satisfactorios en relación al tiempo de dedicación y esfuerzo en invierte en sus estudios. (Toribio, et al., 2016)

En otro estudio realizado por Castro; (2006) en San Luis Potosí, a estudiantes de educación superior, se encontró que, el 80 por ciento de las enfermedades en los jóvenes están asociadas con el estrés, trayendo repercusiones en la salud física y emocional de los estudiantes.

Es por ello que la identificación oportuna de estos factores estresantes en el contexto educativo, es importante ya que permite la derivación y atención correspondiente, así como estructurar y llevar a cabo las medidas necesarias para evitar la deserción y el rezago académico.

<sup>1</sup> La Dra. Beatriz Venegas Ruiz es Profesora del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, México. [beatriz.venegas@academicos.udg.mx](mailto:beatriz.venegas@academicos.udg.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La Dra. Alma Elizabeth Rojas Romero es Profesora del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, México. [almarojas30@hotmail.com](mailto:almarojas30@hotmail.com)

<sup>3</sup> La M. en C. Cristina Martínez Cárdenas es Coordinadora de la Lic. de Ingeniería de Alimentos y Biotecnología de la Universidad de Guadalajara, México. [cdiab@cucei.udg.mx](mailto:cdiab@cucei.udg.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Enrique Michel Valdivia es Coordinador de la Lic. en Ingeniería Química en la Universidad de Guadalajara, México. [enrique.michel@cucei.udg.mx](mailto:enrique.michel@cucei.udg.mx)

## Descripción del Método

### *Marco Teórico*

Es observable que hoy en día, vivimos con un ritmo de vida acelerado, el cual genera en ocasiones niveles de estrés elevados. Los jóvenes que estudian no quedan exentos de esta situación, ya que en el caso de estudiantes de universidades públicas, muchas veces se ven forzados a trabajar para solventar los gastos de sus estudios. Aunado a esto, se encuentran finalizando la etapa de la adolescencia para convertirse en adultos jóvenes, lo cual en ocasiones suele generar problemas personales. También es importante destacar que la situación actual del país no es nada fácil para los retos que hoy en día enfrentan los estudiantes y la población en general.

A lo largo de los últimos años se ha visto un incremento en el estudio del estrés académico en estudiantes universitarios, sobre las implicaciones del estrés y su prevalencia en el ámbito académico y laboral, lo anterior de manera más significativa en estudiantes de ciencias de la salud, ya que responden a currículos muy exigentes y demandantes en jornadas de estudio prolongadas. Además, la vida académica del estudiante se encuentra influenciada por múltiples factores que incluyen no sólo lo relacionado directamente con la actividad educativa sino también con relaciones sociales, financieras, familiares y personales (Gomathi et al., 2012).

Al respecto, Maldonado et al., (1995), coinciden que existe un elevado nivel de estrés en los estudiantes del área de la salud que altera el sistema de respuestas del individuo a nivel cognitivo, motor y fisiológico.

Por lo anterior, es importante brindar atención a aquellos factores que repercuten en el desempeño, rezago académico y en ocasiones hasta la deserción en universitarios.

El concepto de estrés, se ha estudiado como tal desde el siglo XIX por múltiples autores, los cuales le han dado diferentes enfoques y formas de estudiarlo. El estrés es definido (Frances, et al., 2003) como “una respuesta inespecífica del organismo frente a la demanda”.

Por su parte Mendoza et. al, (2010) mencionan que el estrés “es la respuesta del cuerpo a condiciones externas que perturban el equilibrio emocional de la persona y por ende su rendimiento físico y académico”.

El estrés aparece cuando un estímulo externo que es considerado por la persona como amenazante, desencadena una sobre estimulación en el organismo, el cual moviliza respuestas a nivel fisiológico, neuroendócrino, conductual e inmunológico, sometiendo a la persona a un estado de tensión extrema (Fernández y Edo, 1994). Cuando esta respuesta se prolonga por un tiempo, puede provocar afectaciones en el desempeño académico y profesional de la persona, interviniendo de manera negativa en diferentes áreas de su vida, incluso puede llegar a afectar su salud física y/o mental.

Hablando específicamente del estrés académico, Barraza, et. al. (2015), mencionan que es un proceso sistémico, de carácter adaptativo y esencialmente psicológico. Por su parte, Barrio y Mazo, (2011) lo definen como una reacción de activación fisiológica, emocional, cognitiva y conductual ante estímulos y eventos académicos. Además, mencionan que, en el contexto universitario, la gran mayoría de los estudiantes experimentan un grado elevado de estrés académico pues tienen la responsabilidad de cumplir las obligaciones académicas; perciben en ocasiones sobrecarga de tareas y trabajos, y además la evaluación de los profesores, de sus padres, y de ellos mismos sobre su desempeño, también les genera mucha ansiedad, lo cual también repercute de manera significativa en el desempeño de los universitarios.

Los llamados estresores son las situaciones desencadenantes de estrés y pueden corresponder a cualquier estímulo externo o interno (Frances et al., 2003). Selye (1995) los define como “cualquier evento que cause impacto o impresión en el organismo humano”

Pérez M. y Borda M., (2003); Gaab J. et al., (2005) y Cova F. et al., (2007) han clasificado los estresores en ocho categorías: estímulos ambientales dañinos, percepciones de amenaza, alteración de las funciones fisiológicas, aislamiento, bloqueos en nuestros intereses, presión grupal o académica, y frustración. Estos factores pueden impactar en diferentes niveles, según la percepción de amenaza de cada persona, de esta manera cada ser humano reacciona y reajusta sus presiones internas.

La acumulación de todas estas causas además de muchas otras, crean en el estudiante un ambiente de trabajo tenso y agobiante, en donde el agotamiento empieza a ser evidente. (Sarubbi y Castaldo, 2013)

El estrés académico afecta a variables tan diversas como el estado emocional, la salud física o las relaciones interpersonales, pudiendo ser vivenciadas de forma distinta por diferentes personas.

### Metodología

El estudio se diseñó con una metodología cuantitativa, observacional y descriptiva. Se aplicó a los estudiantes, el inventario SISCO del Estrés Académico, tomado de Arturo Barraza Macías que se conforma por 20 ítems, que describen situaciones o circunstancias dentro de la escuela. Posteriormente para su graficado fueron clasificados en factores escolares y personales.

Se invitó a los estudiantes a participar de manera voluntaria en la investigación. Previamente a la aplicación del cuestionario se les brindó información acerca del estrés académico y los factores que los propician o favorecen. La población total de estudio fue de 50 (100%) estudiantes de tercer semestre, pertenecientes a dos grupos de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo (LQFB), del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara (UDG). Así mismo, se realizó un análisis de los puntajes que se obtuvieron en el instrumento de autoevaluación; posteriormente se hizo un vaciado de datos en el programa Microsoft Excel 2008 y se graficó para hacer las analogías correspondientes del estudio.

### Objetivo

Identificar los factores desencadenantes del estrés académico en estudiantes de la Lic. en Químico Farmacéutico Biólogo del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, de la Universidad de Guadalajara, que fueron diagnosticados previamente con dicho trastorno.

### Resumen de resultados

Clasificación de acuerdo al género en la población total de estudio fue de 50 alumnos de los cuales el 28% (14) son del género masculino y el 72% (86) femenino. Las edades de los estudiantes fluctúan entre los 19 y 21 años.

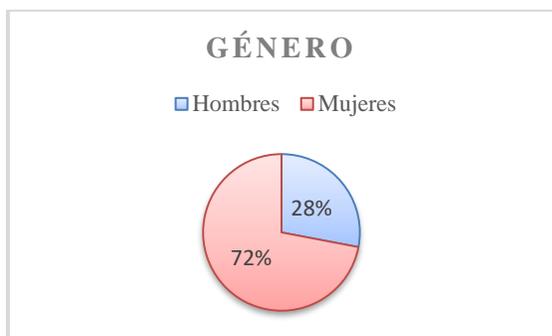


Figura 1. Género de la población de estudio

Población total de estudio 50 (100%)	
28% (14) Masculinos	86% (84) Femeninos

Cuadro 1. Género de la población de estudio

En los factores escolares se encontró que lo que más genera estrés en los estudiantes son los periodos de exámenes con un 82% (41), seguido de un 58% (29) la personalidad del profesor y como tercer factor de mayor incidencia es no contar con los conocimientos previos para entender la materia con un 56% (28).

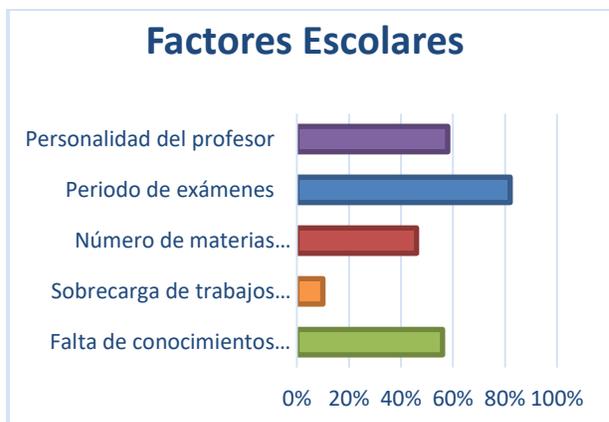


Figura 2. Factores Escolares

Factores escolares que generan estrés en los estudiantes	Frecuencia	%
Periodos de exámenes	41	82%
Personalidad de los profesores	29	58%
Falta de conocimientos previos para comprender la materia	28	56%

Cuadro 2. Factores Escolares

En los factores personales los tres con mayor incidencia fueron: 50% (25) estudiantes que consideran tienen baja autoestima, un 46% (23) refirieron inseguridad para participar en clase, exponer, pasar al pizarrón o preguntarle al profesor, lo cual se relaciona con la baja autoestima. Un 46% (23) tener una inadecuada alimentación que puede estar relacionada con los problemas socioeconómicos 30% (15). Así mismo destaca que un 34% (17) de los estudiantes presenta poca motivación hacia el estudio.

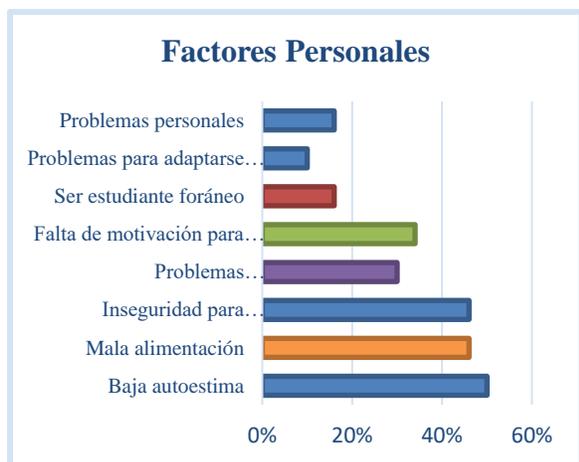


Figura 3. Factores Personales que generan estrés en los estudiantes

Factores personales que generan estrés en los estudiantes	Frecuencia	%
Estudiantes con baja autoestima	23	46%
Inseguridad para participar en clase, exponer, pasar al pizarrón o preguntarle al profesor	23	46%
Alimentación inadecuada	23	46%
Problemas socioeconómicos	15	30%
Poca motivación hacia el estudio	17	37%

Cuadro 3. Factores personales que generan estrés en

### Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos a través de este estudio, se encontró que sí existen factores significativos que generan estrés en los estudiantes.

En lo que respecta a los factores escolares, los que más generan estrés en los estudiantes en primer lugar son los periodos de exámenes, seguido de la personalidad del profesor y finalmente no contar con los conocimientos previos para comprender los contenidos temáticos de las asignaturas que cursan.

Referente a los aspectos personales que impactan de manera más significativa son con mayor frecuencia la percepción de sí mismos con poca autoestima, lo que trae como consecuencias que tengan poca seguridad para participar en clase, pasar al pizarrón o preguntarle al profesor; lo que puede ocasionar poca motivación hacia el estudio.

Así mismo, algunos de los estudiantes refirieron llevar una alimentación inadecuada, que coincide con estudiantes que presentan problemas socioeconómicos.

### **Recomendaciones**

De acuerdo a los resultados obtenidos, se sugiere que los profesores sigan asistiendo a los cursos que ofrece el Programa de Formación, Actualización y Capacitación Docente (PROFACAD) que gestiona la Coordinación General Académica de la UDG, y que tienen la finalidad de desarrollar la mayor cantidad de competencias en los profesores, para impactar positivamente su práctica docente, ya que como se observó el profesor también es un factor significativo que genera estrés en los estudiantes, ya sea por su tipo de personalidad y/o manejo de sus emociones en el aula, sus estrategias de enseñanza y/o la didáctica que utiliza en su práctica docente. Sería interesante indagar más en este factor para apoyar a los profesores que lo requieran y ofrecer estrategias de mejora, que indudablemente repercuten en el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante.

La labor de los tutores siempre ha sido básica para la identificación de factores que influyen en el rezago y deserción escolar, la actividad de orientación que realizan con los alumnos es muy importante, en el caso de la orientación académica, sobresale en los resultados encontrados, el factor que refieren los alumnos del número de materias que cursan por ciclo escolar y que les genera estrés, para lo cual, específicamente en la Lic. en Q.F.B. se ha comprobado en otras investigaciones que el promedio de materias para cursar y lograr un buen desempeño académico con calidad es de 5 a 6 materias, la orientación en este sentido del tutor hacia el tutorado es básica en la adecuada prospectiva académica del estudiante.

Para incidir en los factores personales, es necesario implementar programas de apoyo psicológico para los estudiantes, ya que se observa que consideran que tienen problemas personales y baja autoestima, lo cual se refleja en el estrés que les genera la exposición de temas en clases, la participación, hacer preguntas al profesor y pasar al pizarrón. Así mismo reforzar las materias optativas que desarrollan habilidades de expresión oral es también muy importante.

En el caso de las deficiencias de conocimientos previos respecto a la materia en curso, sería conveniente investigar a detalle si éstas se originan durante la estancia en la licenciatura o desde su escuela de procedencia (nivel bachillerato). Mientras tanto es importante reforzar el programa de asesorías disciplinares que ofertan los Departamentos del CUCEL, específicamente en las áreas de materias básicas comunes como son el Cálculo, la Física y la Química, y canalizar oportunamente aquellos alumnos que los profesores identifiquen con carencias de conocimientos previos para comprender la materia.

Y finalmente, es necesario continuar con la investigación educativa, ya que genera datos que se traducen en información importante, que es la base para generar e implementar estrategias exitosas de los diferentes procesos educativos involucrados en la Educación Superior, los cuales llevan cada vez más al logro de la calidad educativa.

### **Referencias**

- Barraza A., Martínez J., Silva J., Camargo E, Antuna R. (2011) Estresores académico y género: un estudio exploratorio de su relación en alumnos de licenciatura. VE-IUNAES (en línea), Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4034740>
- Berio García, N., & Mazo Zea, R. (2012). Estrés Académico. *Revista de Psicología Universidad de Antioquia*, 3(2), 55-82. (en línea), consultada por internet el 11 de enero de 2020. Dirección de internet: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/psicologia/article/view/11369/10646>
- Castro, A.V. (Noviembre 2008). Depresión en universitarios. Memorias del III Congreso Nacional de Universidades Saludables. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, SLP.. Consultado el 22 diciembre 2019 en la web: [www.uacj.mx/DGIVS/.../ICSA\\_](http://www.uacj.mx/DGIVS/.../ICSA_)
- Cova, F. Alvial, W. Aro, M. Bonifetti, A. Hernández, M. Rodríguez, C. (2007). Problemas de Salud Mental en Estudiantes de la Universidad de Concepción. *Ter Psicol*, 25, 2,105-112
- Fernández, J. Edo, S. (1994). Emociones y salud. *Anuariode psicología – Facultad de psicología – Universidad de Barcelona*, 61, 25-32.
- Frances, I. Barandiaran, M. Marcellan, T. Moreno, L. (2003). Estimulación psicocognoscitiva en las demencias. *Anales Sis San Navarra*, 26, 3, 383-403.
- Gaab, J. Rohleder, N. Nater, UM. Ehlert, U. (2005). Psychological Determinants Of The Cortisol Stress Response: The Role Of Anticipatory Cognitive Appraisal. *Psychoneuroendocrinology*, 30,6, 599-610.

Gomathi, KG. Ahmed, S. Sreedharan, J. (2012). Psychological Health Of First-Year Health Professional Students In A Medical University In The United Arab Emirates. *Sultan Qaboos Univ Med J*, 12, 2, 206-13

Maldonado, M. Hidalgo, M. Otero, M. (1955). Programa de intervención cognitivo-conductual y de técnicas de relajación como método para prevenir la ansiedad y el estrés en alumnos universitarios de Enfermería y mejorar el rendimiento académico. *Cuadernos de Medicina Psicosomática*, 53, 43-57.

Mendoza, L., Cabrera Ortega E., M., González Quevedo D., Pérez Aguilar T., J., Saucedo Hernández, R. Factores que ocasionan estrés en Estudiantes Universitarios. *ENE, Revista de Enfermería* 4(3):35-45, dic 2010. Disponible en <http://enfermeros.org/revistar>

Marín MM, Álvarez CG, Lizalde A, Anguiano AC, Lemus BM. (2014) Estrés académico en estudiantes: El caso de la Facultad de Enfermería de la Universidad Michoacana. *PAG rev. iberoam. producción académica gest. educ (revista en Internet)*. Disponible en: <http://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/126/173>

Pérez, M. Martín, A. Borda, M. (2003). Estrés y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *C. Med.Psicosom*, 67/68, 26-33.

Programa Institucional de Tutorías de la Universidad de Guadalajara (en línea), 2010, consultada por Internet el 11 enero del 2020. Dirección de internet: <http://ciep.cga.udg.mx/sites/default/files/pitudeg2011.pdf>.

Sarubbi De Rearte, E. y Castaldo, R. I. Factores causales del estrés en los estudiantes universitarios. *V Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XX Jornadas de Investigación Noveno Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. 2013*

Selye, H. (1955). Stress and disease. *Science*, 122, 3171, 62531.

Toribio Ferrer, C. y Franco Bárcenas S. "Estrés Académico: El enemigo silencioso del estudiante " *Revista Salud y Administración* (en línea), Vol 3, No.7, 2016, consultado por internet el 11 de enero de 2020. Dirección de internet: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/49-Texto%20del%20art%C3%ADculo-106-1-10-20180703.pdf>

Vallejo Agudelo E, O., Martínez Sánchez, L., M. y Agudelo Véles, C., A., Estrés: Determinante genérico del desempeño académico. " *Revista de Educación y Desarrollo* " (2013), (en línea) consultada por internet el 11 de enero de 2020. Dirección de internet: [file:///C:/Users/Usuario/Documents/congreso%20Celaya%202019/026\\_Vallejo.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Documents/congreso%20Celaya%202019/026_Vallejo.pdf)

# LA GENERACIÓN Z

Mtra. Leticia Vera Jiménez y C.P. y L.A.E.T. Josefina Vera Jiménez

**Resumen**— El presente artículo tiene como finalidad investigar a la denominada Generación Z para definirla, conocer sus características a través de la diferenciación de las generaciones que la preceden, los pros y los contras a los cuales se ha enfrentado esta generación, así como ver el impacto en el ámbito académico y sociocultural para finalmente dar una propuesta de inclusión en los anteriores ámbitos; este trabajo está sustentado en una encuesta realizada a personas de la generación ya mencionada en la Ciudad de Morelia, Michoacán, México y en información de diversas fuentes consultadas sobre el tema.

**Palabras clave**— Generación, características, educación, sociocultural, diversidad cultural.

## Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como intención, en primer lugar, informar sobre la generación actual, los Z, adolescentes, jóvenes y adultos que nacen y viven inmersos en la tecnología y que ésta ha sido un factor determinante en todos los ámbitos de su vida; como segundo punto el realizar una encuesta a estudiantes de nivel medio superior y superior, que permita conocerlos a través de tres vertientes: educativo, social y familiar.

Lo expuesto anteriormente tiene como finalidad brindar una mirada donde se pueda percibir a la presente generación desde el aspecto social, educativo y familiar para así reformular, de ser necesario, prácticas que obstaculicen el convivir bajo un ambiente armónico.

Por lo expuesto anteriormente surgieron algunas interrogantes, como por ejemplo ¿Qué problemas académicos enfrenta el estudiante? ¿Qué modelo educativo resulta más pertinente para las generaciones actuales? ¿Cuál es el tipo de formación que se requiere ofrecer a los distintos agentes educativos para favorecer a los educandos a fin de minimizar barreras para al aprendizaje y la participación? ¿Qué estrategias tecnológicas y pedagógicas son apropiadas?, entre otras preguntas que el presente artículo tiene la intención de brindar una respuesta, siendo estas respuestas no absolutas, pero sí cimentadas en las opiniones de los protagonistas de esta investigación y de estudiosos sobre el tema.

## Descripción del Método

Para el desarrollo del tema, Generación Z, primeramente se procederá a investigar en diferentes fuentes bibliográficas sobre el tema para definir sus características a través de la diferenciación, los pros y los contras a los cuales se han enfrentado, todo ello con la finalidad de describirlos; como segunda parte, contextual, se aplicará una encuesta en la ciudad de Morelia, Michoacán, México, a los pertenecientes a esta generación, concretamente a estudiantes de nivel medio superior y superior para investigar cuál es la apreciación que se tiene sobre ellos en el ámbito académico, social y familiar; bajo estas dos miradas se presenta una visión general de la generación que hoy en día ha destacado por la gran facilidad en el manejo de la tecnología.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, para el siguiente estudio se hará uso, en parte, de diferentes métodos: la aplicación del método histórico-comparativo para investigar, esclarecer las semejanzas de la generación z con sus antecesoras, así como para la construcción de su definición. El método analítico-sintético, el cual estudia los hechos, partiendo del objeto de estudio, generación z, para estudiarla, analizarla y realizar una síntesis de manera holística e integral. También se aplicará metodología descriptiva y muestra, la primera es uno de los métodos cualitativos que se usan en investigaciones que tiene como objetivo la evaluación de algunas características de una población de alumnos; el muestreo implica seleccionar a un grupo de estudiantes de media superior y superior que se utilizarán para dirigir el estudio, la muestra estudiantil fue de 300 estudiantes a los que se les aplicó la técnica de la encuesta.

Se elaboró una encuesta on-line a través de la plataforma de Google aplicando 10 preguntas sobre problemas académicos, el aspecto social: cómo son vistos, su inclusión, gustos, actividades recurrentes, pasatiempos, actividades de esparcimiento, etc.; el aspecto familiar: convivencia, grado de empatía, confianza, padres que trabajan todo el día, entre otros. La encuesta se aplicó a jóvenes de la Escuela Preparatoria “Isaac Arriaga” de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Preparatoria y Universidad Nova Spania, Colegio Libertad, nivel preparatoria y la Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores, estas tres últimas son del sistema privado la primera pertenece al sistema público.

Esta generación es la que sigue de los “millennials” (1981 a 1995). Los Z es la de las personas que han nacido entre 1995 y 2015. La generación Z son nativas digitales, la tecnología es parte de su vida son personas que tienen mucha creatividad y que todo lo quieren resolver a través de la tecnología; de acuerdo con la comunicóloga Mireia

Montaña Blasco esta generación es nombrada también como “postmillennial”, “centennial”, generación K o “posbieber”.

De acuerdo con la revista *Entrepreneur* (2016) las características de la generación Z son: seres que se comunican mejor con imágenes, crean contenidos, se enfocan en el futuro, son realistas, trabajan para tener éxito personal, son autodidactas, son trabajadores enfocados, prefieren la privacidad, manejan perfectamente las TICS.

Otro elemento importante a mencionar es lo que dio motivo a este estudio, y es que cada vez es más común escuchar a adolescentes y jóvenes el no querer ir a la escuela, el pasar el menor tiempo en casa, pero sí verlos dedicar gran parte de su tiempo al uso de un aparato electrónico. Por la anterior percepción se cree necesario y justificado el informar, describir y analizar a la generación de hoy en día denominada Z.

Los autores Kotler y Keller (2012) presentan una clasificación de los grupos generacionales como: la Generación Silenciosa, los Baby Boomers (o el boom de los bebés), la Generación X, la Generación Y y la Generación Z.

Generación X	Generación Y	Generación Z
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprenden a utilizar la TIC</li> <li>• No utiliza la TI para desarrollar su aprendizaje</li> <li>• Dentro del aula interactúa más con el docente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visión positiva del futuro</li> <li>• Son abiertos al trabajo colaborativo</li> <li>• No son dependientes a la tecnología</li> <li>• Prefieren la educación formal</li> <li>• Cambian constantemente de trabajo</li> <li>• Empiezan a utilizar las TI para aprender</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son más realistas al futuro</li> <li>• Prefieren el trabajo independiente</li> <li>• Son dependientes tecnológicos</li> <li>• Prefieren la educación alternativa</li> <li>• En lo laboral buscan cambiar roles en la misma empresa</li> </ul>

Tabla 1. Diferencias de la generación z con las anteriores.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo de investigación se estudió el aspecto académico, social y familiar de los alumnos. Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas de la encuesta, así como un resumen detallado. Parte del problema de investigación con que se inició este trabajo es el reconocimiento de que, por lo general, entre los profesores no se sabe cómo atender a las nuevas generaciones ya que los conocimientos y estrategias pedagógicas, en su mayoría, ya no son contemporáneas a las nuevas generaciones; por tanto, una de las conclusiones obtenidas es que un alto porcentaje de agentes educativos desconocen también cómo utilizar las herramientas tecnológicas para favorecer esa atención en el aula.

Preocupante, también, es constatar que no sólo los docentes sino la propia familia y el entorno de generaciones pasadas no comprenden a las nuevas generaciones, pues de acuerdo con los resultados de la investigación los adultos ven a la generación citada como seres que son “sólo tecnología y que son personas de sentimientos fríos”.

Una propuesta, ante este panorama, de cómo favorecer la educación es mediante el uso adecuado de las TICS y aplicando el modelo Universal para el aprendizaje tal como lo plantea Carmen Alba Pastor Doctora en educación y catedrática de didáctica de la Universidad Complutense de Madrid en su libro *Diseño Universal para el Aprendizaje: educación para todos y prácticas de enseñanza inclusivas*, el cual es adaptable a todas las personas, por lo que es inclusivo; la intención del diseño universal es facilitar la realización de las tareas cotidianas mediante la construcción de productos, servicios y entornos más sencillos de usar por todas las personas y sin esfuerzo alguno.

Siendo la diversidad cultural un reto para los agentes educativos se puede considerar que uno de los métodos más apropiados para la forma de aprender es en el cual el educando debe descubrir el aprendizaje para así mismo, por tanto el papel del facilitador consiste en apoyarlo en su formación integral, tomando en cuenta que el cerebro es un músculo que se ejercita a través del aprendizaje, por lo que si esta manera de aprender se imparten a temprana edad las presentes y futuras generaciones tendrían más herramientas y un pensamiento crítico más elevado.

Uno de los elementos fundamentales del Modelo Pedagógico, es considerar al maestro como un ser humano quien, en su ejercicio profesional cualquiera que sea su percepción ante el servicio educativo, mostrará una postura política, sustentada por una serie de supuestos que guíen sus prácticas, conscientemente o no. Crear consciencia sobre las estructuras de sus prácticas y discursos mediante procesos de reflexión y actuación colectiva, es decir ser sujetos que investigan su propia práctica para transformarla; por lo anterior, es de suma importancia que los docentes, las escuelas y la sociedad en su conjunto adopten un modelo acorde a las necesidades; por ello para que la educación sea de calidad, finalmente, la función del profesor es apoyar las decisiones del alumno que se está formando para Ser.

Es imperativo que los modelos pedagógicos sean revisados desde el deber epistemológico e ideológico que los sustentan; de no realizar ese ejercicio crítico, el facilitador se convierte en mero ejecutor del conocimiento, haciendo un *check in* (registro) en el deber, el poder, lo que dificulta la evolución e innovación de la práctica.

### Conclusiones

Los resultados de la encuesta realizada a estudiantes de nivel medio superior y superior demuestran la necesidad de que el docente innove o transforme las estrategias de aprendizaje; por lo anterior es indispensable que el docente se actualice, esté capacitado para hacer uso de las TICs; de acuerdo a los estudios presentados en el NMC Horizon Report de 2015 (Johnson, Adams Becker, Estrada, & Freeman, 2015) son siete las categorías en tecnología, herramientas y estrategias emergentes o en vías de desarrollo para la educación, estas son: tecnologías del consumidor, estrategias digitales, tecnologías habilitantes, tecnologías en internet, tecnologías del aprendizaje, tecnologías de redes sociales y tecnologías de visualización.

Si el docente no se capacita para la era tecnológica se quedará obsoleto y la educación se estacará en tanto lleguen las nuevas generaciones a formar su misma generación desde temprana edad, por lo que las políticas, en el sector educativo, deberán en este contexto ser ya revisadas para que la educación se transforme óptimamente.

A continuación, se presenta la tabla con las preguntas de la encuesta aplicada a estudiantes de nivel medio superior y superior, la cual dio origen a las recomendaciones aquí presentadas.

Pregunta	Respuestas		
Selecciona el grado de estudio obtenido hasta el momento:	Media superior y superior		
Selecciona el principal problema al que te has enfrentado al recibir una educación sistematizada:	48.3% actividades en clase poca atractivas	38% Exámenes complejos	El resto prepotencia por parte del docente y contenidos poco útiles
Selecciona el área en la que te visualizas trabajando en un futuro:	35.6% Humanidades y Ciencias Sociales	34% Químico Biológico	Las menos fuertes: Físico Matemático y Económico Administrativo este último más predominante.
Mi aspiración en el futuro es:	44.3% Ser independientes	29% Viajar por el mundo	26.7% formar una Familia
¿Cuántas horas al día usas los medios electrónicos para comunicarte?	31% 2-4 horas	30% 4-6 horas	20% 6 a 8 19% 8 a 10
Elige una palabra que defina a tu generación:	76% Tecnológica	24% Responsable	
¿Cuántas horas convives con tu familia al día?	30% 2 horas	30% 4 horas	20% 8 horas El resto más de 8 hrs.
¿Cuántas horas convives con tus amigos al día?	31% 4-6 horas	27% 2-4 horas	22% 6-8 horas El resto más de 8 hrs.
Selecciona la actividad que sueles hacer en tu tiempo libre:	51% Redes sociales	30% deportes	El 19% amigos y arte cultural
Selecciona la opinión que crees que tienen los adultos mayores sobre tu generación:	46% Son solo tecnológicos	28% Gran pérdida de valores	26% No saben lo que quieren

Tabla 2. Resultados de una muestra de 300 estudiantes de media superior y superior.

### Recomendaciones

Es imperativo que los docentes empaticen con la TICS y a desaprender para aprender es esencial para tener éxito con los alumnos en sus procesos de aprendizaje y fomentar la cultura de que al educando y el facilitador son personas humanas quienes están aprendiendo a vivir, esto con el propósito de concientizar la forma diferente que cada ser humano tiene para aprender. Uno de los grandes retos que enfrentan los facilitadores en la actualidad es la hiperconexión con los estudiantes, porque dependen de la tecnología y fuera de ella se aburren fácilmente; el docente debe fomentar la cultura a ser creativos, a expresarse e innovar, a dar el uso adecuado y que la cátedra o clase no dure más de 30 minutos en la explicación porque pierden la atención, se debe ser breve y conciso; cabe mencionar que no es un compromiso solo del facilitador si no del alumno, de todo el entorno social y principalmente desde casa con los principales y primeros educadores: los padres y tutores

También se corroboró que las prácticas actuales no son las apropiadas ya que el alumnado asienta que las actividades en clase son poco creativas y no están conformes con la forma de evaluación, esto es preocupante y se debe atender en el sustento de un compromiso profesional innovando modelos pedagógicos, actualización continua, aplicar un modelo o el que mejor se adapte al grupo.

De acuerdo con la *NC State University, The Center for Universal Design* el modelo Universal consta de 7 principios los cuales se mencionan a continuación:

Principio uno: Uso equitativo. El diseño es útil y comercializable para personas con habilidades diversas. Pautas: Proporcione el mismo medio de uso para todos los usuarios. Evite segregar o estigmatizar a cualquier usuario. Las disposiciones de privacidad, seguridad y protección deben estar igualmente disponibles para todos los usuarios. Haga que el diseño sea atractivo para todos los usuarios.

Principio dos: Flexibilidad de uso. El diseño se adapta a una amplia gama de preferencias y habilidades individuales. Pautas: Proporcionar opciones en los métodos de uso. Acomodar el acceso y uso para diestros o zurdos. Facilitar la precisión y precisión del usuario. Proporcionar adaptabilidad al ritmo del usuario.

Principio tres: Uso simple e intuitivo. El uso del diseño es fácil de entender, independientemente de la experiencia, el conocimiento, las habilidades lingüísticas o el nivel de concentración actual del usuario. Pautas: Eliminar la complejidad innecesaria. Sea consistente con las expectativas e intuición del usuario. Acomodar una amplia gama de habilidades de alfabetización y lenguaje. Organice la información de acuerdo con su importancia. Proporcione indicaciones y comentarios efectivos durante y después de la finalización de la tarea.

Principio cuatro: Información perceptible El diseño comunica la información necesaria de manera efectiva al usuario, independientemente de las condiciones ambientales o las capacidades sensoriales del usuario. Pautas: Use diferentes modos (pictórico, verbal, táctil) para la presentación redundante de información esencial. Proporcionar un contraste adecuado entre la información esencial y su entorno. Maximice la "legibilidad" de la información esencial. Diferenciar elementos de manera que puedan describirse (es decir, facilitar la entrega de instrucciones o instrucciones). Proporcione compatibilidad con una variedad de técnicas o dispositivos utilizados por personas con limitaciones sensoriales.

Principio cinco: Tolerancia al error El diseño minimiza los riesgos y las consecuencias adversas de acciones accidentales o no intencionadas. Pautas: Organizar elementos para minimizar riesgos y errores: elementos más utilizados, más accesibles; elementos peligrosos eliminados, aislados o protegidos. Proporcionar advertencias de peligros y errores. Proporcionar funciones a prueba de fallas. Desalentar la acción inconsciente en tareas que requieren vigilancia.

Principio seis: Bajo esfuerzo físico. El diseño se puede usar de manera eficiente y cómoda y con un mínimo de fatiga. Pautas: Permitir al usuario mantener una posición neutral del cuerpo. Use fuerzas de operación razonables. Minimiza las acciones repetitivas. Minimiza el esfuerzo físico sostenido.

Principio siete: Tamaño y espacio para el acercamiento y el uso. Se proporciona el tamaño y el espacio adecuado para el acercamiento, el alcance, la manipulación y el uso, independientemente del tamaño del cuerpo, la postura o la movilidad del usuario. Pautas: Proporcione una línea de visión clara a los elementos importantes para cualquier usuario sentado o de pie. Haga que todos los componentes sean cómodos para cualquier usuario sentado o de pie. Acomode las variaciones en la mano y el tamaño del agarre. Proporcione espacio adecuado para el uso de dispositivos de asistencia o asistencia personal.

La diversidad en la forma en que cada ser humano experimenta el proceso de aprendizaje no es el problema, sino las etiquetas, todos tenemos, de alguna manera una "discapacidad" o "capacidades diferentes" y las barreras para el aprendizaje y la colaboración deben identificarse y eliminarse de acuerdo con el contexto de la situación. Para asumir y generar en el aula esta visión se requiere que los docentes vuelvan a aprender su rol como tal y la habilidad de emprender procesos de formación adecuados con la visión y los valores asumidos ante la diversidad cultural, en una colectividad educativa democrática, una de las principales barreras para el aprendizaje y la contribución es la

actitud del docente quien relega o incluye, homogeniza o diversifica la enseñanza, etiqueta o respeta, y esto, más que una cuestión de “saber” es producto del “saber ser”.

Es recomendable un acompañamiento docente como factor clave, que tenga los conocimientos y habilidades con el propósito de reducir el fracaso escolar, mejorar el desarrollo social y cognitivo, mejorar la resolución pacífica de conflictos, flexibilidad de diálogo, todo ello con la finalidad de que no se tenga rezago escolar ni deserción y se formen humanos integrales con las habilidades para integrarse al mundo laboral y sociocultural.

Definitivamente la inclusión de tecnologías emergentes como factor de calidad en el aprendizaje, los docentes en la adquisición de nuevas habilidades tecnológicas no variará significativamente los resultados en el rendimiento de los estudiantes, sino que éste, dependerá más del diseño pedagógico de las acciones formativas que de los recursos seleccionados para el aprendizaje; en palabras de Clark, el aprendizaje no será fruto de la tecnología sino del método pedagógico empleado (citado por GARCÍA, 2010).

Otro de los factores determinantes en estudiantes que pertenecen a la generación en boga es el factor familiar, y de acuerdo a la encuesta aplicada el 30% de los encuestados conviven 2 horas, el 30% 4 horas, el 20% 8 horas y el resto más de 8 hrs. lo anterior evidencia el poco contacto familiar que se vive y la razón de ello puede ser multifactorial: cada vez es más común que tanto madre como padre de familia, ambos, se vean en la necesidad de salir de casa para trabajar; las jornadas de trabajo cada vez son más extensas; los horarios de clase de estudiantes son otro factor que puede influir en coincidir en las “horas libres” en que tanto los padres como demás miembros de familia tengan para establecer horas y espacios de convivencia; otro elemento a considerar es también el “ambiente familiar” que se respira en el hogar: el grado de confianza, comunicación asertiva, empatía y respeto entre los integrantes de la familia.

El grado de interacción social (amistades) que tiene esta generación oscila entre 4-6 horas al día, que equivale al 31%, de acuerdo a los resultados de la encuesta; en contraste con el reactivo que mencionaba la convivencia familia, el joven convive al día más tiempo con sus amigos que con su familia; otro elemento que ya ha sido descrito, y que de acuerdo a los resultados de la encuesta lo corrobora, es el tiempo que el joven invierte en redes sociales, siendo entre las más populares Facebook, Instagram, WhatsApp y la más reciente TikTok, los resultados exponen que el 51% de los estudiantes en su tiempo libre lo dedica a las Redes sociales, es decir, el 31% dedica diariamente de 2-4 horas para establecer comunicación por esta vía.

Como recomendación final se brindarán acciones que podrán fortalecer los tres puntos de interacción fundamental en un joven que pertenece a la generación z: social, familiar y académico:

Académico: impulsar políticas educativas que permitan desarrollar una educación integral y de libre tránsito curricular; capacitación constante de los docentes para realizar las mejoras pertinentes a los programas de estudio; diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje breves y visuales que respondan a las necesidades contextuales de su institución; hacer uso adecuado de las TICs; activar proyectos/actividades innovadores sobre arte, ciencia, tecnología, medio ambiente, educación sexual, medicina y derechos humanos; fomentar el trabajo en comunidad, todo ello con el objetivo de fomentar una conciencia en donde todos como especie humana somos uno y que las actividades y actitudes que cada ser expresa influyen de manera consciente o inconsciente en su entorno.

Social: en este tópico, de acuerdo a los resultados de la encuesta los jóvenes interactúan con sus amigos y en las redes sociales la mayor parte del tiempo; para ello es recomendable saber administrar el tiempo que se dedica, sobre todo a las redes sociales; sabido es que éste es el principal medio de interacción social que no requiere contacto físico, ya que requiere menos exigencias, basta con tener acceso a internet, abrir una cuenta o bajar una Aplicación para poder activar este canal de comunicación, para ello es recomendable medir el tiempo de navegación para poder cumplir en tiempo y forma con actividades académicas, de convivencia familiar, de aseo personal, recreación y de salud física.

Familiar: es de suma importancia que los tutores o padres, junto con los demás integrantes de la familia, establezcan día, hora y espacios de convivencia, bajo un ambiente armónico, para que todos los miembros organicen sus tiempos y pueda llevarse a cabo. Generar un ambiente de confianza, de amor incondicional, de respeto y una comunicación asertiva es de vital importancia para que las familias puedan crear un entorno sano entre sus integrantes.

## Referencias

- “Apropiación y usos educativos del celular por estudiantes y docentes universitarios,” *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 15(3), 139-153. Recuperado a partir de <http://redie.uabc.mx/index.php/redie/article/view/571/834>
- Área, M., Gutiérrez, M., & Vidal, F. (2012). *Alfabetización digital y competencias informacionales*. Barcelona.
- De Barba G. “7 características de la generación Z” *Entrepreneur Media Inc.* (2016). Entrepreneur. Obtenido de <https://www.entrepreneur.com/article/268023>

Gutiérrez, A. (2014). "6 rasgos clave de los millennials, los nuevos consumidores" *Forbes*. Recuperado 16 de septiembre de 2015, a partir de <http://www.forbes.com.mx/6-rasgos-clave-de-los-millennials-los-nuevos-consumidores/>

Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report: Edición Educación Superior 2015*. Austin, Texas.

NC State University, The Center for Universal Design. (1997). *The principles of universal design*. Obtenido de [https://web.archive.org/web/20080509071827/http://www.design.ncsu.edu/cud/about\\_ud/udprinciplestext.htm](https://web.archive.org/web/20080509071827/http://www.design.ncsu.edu/cud/about_ud/udprinciplestext.htm) (NC State University, The Center for Universal Design, 1997)

*Observatorio de innovación educativa. "Aprendizaje invertido"* (2015). Reporte EduTrends: Radar de innovación educativa. Organista-Sandoval, J., Serrano-Santoyo, A., McAnally, L., & Lavigne, G. (2013, diciembre 15).

Pastor, C. A. (2017). *Diseño Universal para el Aprendizaje: educación para todos y prácticas de enseñanza inclusivas*. España: Morata. (Pastor, 2017)

Pimienta, J. (2007). *Metodología constructivista* (Segunda.). México: Pearson Educación.

Salinas Ibáñez, J. (2004). "Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria". *Revista de Universidad y Sociedad del conocimiento*

### Notas Biográficas

La M.E. **Leticia Vera Jiménez** actualmente es maestra titular de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y del Colegio Libertad. Presidenta de Academia de Literatura. Asesora y organizadora de concursos de oratoria y poesía; asesora y dos veces ganadora en concurso de Ensayo sobre Lectura Científica, organizado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán en el año 2016 y 2017; coordinadora y asesora de círculos de estudios y cursos remediales en materia de lenguaje, comunicación y literatura en la Esc. Preparatoria "Isaac Arriaga" de la UMSNH; integrante de la RedVen (Red de Vinculación y Extensión Universitaria de la UMSNH). Lic. En Lengua y Literaturas Hispánicas. Especialidad en Competencias y Mtra. En Educación y Docencia.

La **C.P Josefina Vera Jiménez**. Catedrática de la Universidad Nova Spania y Universidad Durango, actualmente estudiando la Maestría en educación. Me desempeño en la docencia y en la contaduría y administración de empresas. Egresada de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en contaduría. y egresada de UnADM en Lic. Administración De Empresas Turísticas.

### Apéndice

Cuestionario utilizado en la investigación

1. Selecciona el grado de estudio obtenido hasta el momento
  - A) Educación básica
  - B) Educación Media Superior
  - C) Educación Superior
  - D) Posgrado
2. Selecciona el principal problema al que te has enfrentado al recibir una educación sistematizada
  - A) Actividades en clase poco atractivas
  - B) Contenidos poco útiles
  - C) Prepotencia por parte del profesor
  - D) Exámenes complejos
3. Selecciona el área en la que te visualizas trabajando en un futuro
  - A) Químico – Biológico
  - B) Físico – Matemático
  - C) Económico – Administrativo
  - D) Humanidades y Ciencias Sociales
4. Mi aspiración en el futuro es:
  - A) Mantenerme saludable
  - B) Formar una familia
  - C) Ser independiente
  - D) Viajar por el mundo
5. ¿Cuántas horas al día usas los medios electrónicos para comunicarte?
  - A) 2-4 hrs.
  - B) 4-6 hrs.
  - C) 6-8 hrs.
  - D) 8-10 hrs.
6. Elige una palabra que defina a tu generación
  - A) Responsable
  - B) Tecnología
  - C) Trabajo
  - D) Estudio
7. ¿Cuántas horas convives con tu familia al día?
  - A) 2 hrs.
  - B) 4 hrs.
  - C) 6 hrs.
  - D) 8 hrs.
8. ¿Cuántas horas convives con tus amigos al día?
  - A) 2-4 hrs.
  - B) 4-6 hrs.
  - C) 6-8 hrs.
  - D) 8-10 hrs.
9. Selecciona la actividad que sueles hacer en tu tiempo libre
  - A) Deporte
  - B) Arte (cine, pintura, baile, literatura, teatro, etc.)
  - C) Redes sociales
  - D) Amigos
10. Selecciona la opinión que crees que tienen los adultos mayores sobre tu generación
  - A) Gran pérdida de valores
  - B) Son sólo tecnología
  - C) Seres ególatras
  - D) No saben lo que quieren

# IDENTIFICACIÓN DE XILOSA Y ARABINOSA EN PULIDURA DE ARROZ VARIEDAD “MORELOS”

Ana Karen Vidal Carranza<sup>1</sup>, M. C. Manuel Jesús Granados Baeza<sup>2</sup>, M. C. Jacqueline Zúñiga Díaz<sup>3</sup>,  
Dr. Jesús Porcayo Calderón<sup>4</sup> y Dr. Alfredo Quinto Hernández<sup>5</sup>

**Resumen**—Este trabajo presenta la identificación de xilosa y arabinosa en pulidura de arroz variedad “Morelos”, producidas a través de pretratamientos básicos. Usando espectroscopia infrarroja, encontramos que la extracción de su aceite y los pretratamientos básicos indujeron a la remoción de celulosa y trazas de lignina, también contenidas en la pulidura de arroz. Xilosa y arabinosa fueron identificadas por su bandas características IR de los grupos aldehídos localizados que permiten ciclar sus estructuras. El pretratamiento basado en 0.5 M NaOH, seguido de la aplicación de una solución 1.5% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> resultó en las mejores condiciones para lograr la identificación de estos azúcares. Este trabajo muestra la contribución de los tratamientos alcalinos en los cambios de composición de la biomasa de pulidura de arroz con fines del aprovechamiento de este residuo agroindustrial.

**Palabras clave**—Arroz, Xilosa, Arabinosa, Hemicelulosa, Polisacáridos.

## Introducción

La pulidura o salvado de arroz es un subproducto de la agroindustria que se obtiene a partir de las capas externas del grano de arroz (pericarpio, aleurona, germen y una pequeña porción de endospermo amiláceo). Estas capas son caracterizadas por una gran cantidad de material de la pared celular que es rico en hemicelulosa, hasta en un 40% (Baig et al. 2005). Esta composición es determinada según el método de extracción, así como también la procedencia geográfica y variedad del arroz, las cuales intervienen tanto en la calidad como en el valor nutricional de la pulidura. Además de celulosa y hemicelulosa, la pulidura de arroz contiene altas concentraciones de antioxidantes (polifenoles, vitamina E, tocotrienoles y carotenoides), minerales (Fe, P y Mg), proteína cruda, fibras, esteroides y aceite (Rachmaniah et al. 2004), y en una baja proporción, lignina. Durante la molienda del arroz, la pulidura se obtiene una vez que el núcleo se separa de la cascara, para posteriormente bruñirse, eliminándose así también el germen. De cada 100 Kg de arroz con cáscara, se producen 10 Kg de pulidura de arroz aproximadamente (Rigo et al. 2004). La pulidura de arroz tiene diversas aplicaciones en la industria alimentaria para aumentar la calidad nutricional de sus productos, aunque su uso se ha limitado por su alta concentración de ácidos grasos libres (AGL), para lo cual es necesario llevarla a su estabilización. Otras aplicaciones de la pulidura de arroz incluyen su uso como agente hipocolestémico (reduce colesterol en sangre humana) y reducción del riesgo de diabetes tipo 2, control del síndrome metabólico y de enfermedades cardiovasculares (Borresen y Ryan, 2014; Hicks, 1999; Bhosale y Vijayalakshmi, 2015). No obstante, a pesar de su alto nivel nutricional, 90% de la pulidura de arroz producida cada año a nivel mundial se desecha o se utiliza como materia prima barata para ganadería debido a su inestabilidad (rancidez), ocasionada por la exposición de las lipasas durante la molienda del arroz (Hicks, 1999).

La principal estructura de la pulidura de arroz desgrasada es el arabinoxilano, polisacárido cuya hemicelulosa se constituye de 45.8% de xilosa y 42.5% de arabinosa (Harada et al. 2005). La arabinosa y la xilosa son aldopentosas; es decir, azúcares monoméricos caracterizados por cinco átomos de carbono, además de un grupo aldehído. Estos monosacáridos pueden ser usados en procesos de fermentación para la producción de alcoholes tales como xilitol, arabitol, y etanol (Sara et al, 2003), así como de ciertos ácidos orgánicos, como el láctico (Moldes, 2006) y el

<sup>1</sup> Ana Karen Vidal Carranza Prieto Gómez es tesista de Ingeniería Bioquímica en el Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Tecnológico Nacional de México – Zacatepec, México. [viidalkaren16@gmail.com](mailto:viidalkaren16@gmail.com)

<sup>2</sup> El M. C. Manuel Jesús Granados Baeza es Profesor y Jefe del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Tecnológico Nacional de México – Zacatepec, México. [manuel.gb@zacatepec.tecnm.mx](mailto:manuel.gb@zacatepec.tecnm.mx)

<sup>3</sup> La M. C. Jacqueline Zúñiga Díaz es Profesora del Departamento de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México – Zacatepec, México. [jacque\\_zd@hotmail.com](mailto:jacque_zd@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. Jesús Porcayo Calderón es investigador del Instituto de Ciencias Físicas – UNAM, Cuernavaca, Morelos. [jporcayoc@gmail.com](mailto:jporcayoc@gmail.com)

<sup>5</sup> El Dr. Alfredo Quinto Hernández es Profesor del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Tecnológico Nacional de México – Zacatepec, México. [alfredo.gh@zacatepec.tecnm.mx](mailto:alfredo.gh@zacatepec.tecnm.mx) (autor corresponsal)

acético (Brownell y Nakas, 1991). Otros usos incluyen la alimentación humana (xilosa) y como reactivo en cultivos de laboratorio (arabinosa). No obstante, la explotación de este polisacárido a la fecha es limitada, sobretudo si su origen es de residuos lignocelulósicos, como la pulidura de arroz. En este sentido, la xilosa y la arabinosa contenida en la hemicelulosa de la pulidura de arroz se puede ubicar dentro de los procesos de su refinación primaria, que se enfoca en producir biodiesel a partir de su aceite (biorrefinación primaria). La relevancia aquí es el de sintetizar subproductos de alto valor agregado (biorrefinación secundaria), de tal naturaleza que el residuo pulidura de arroz sea aprovechado íntegramente de manera análoga al funcionamiento de las refinerías, y que se pueda amortizar el alto costo de producir el biodiesel, como ya se ha demostrado (Zuñiga-Diaz et al., 2018).

A nuestro conocimiento, la biorrefinación secundaria de la pulidura de arroz se ha centrado principalmente en la síntesis de compuestos orgánicos (amidas e imidazolininas) con aplicaciones anticorrosivas a partir del uso de su aceite como materia prima (Reyes-Dorantes et al., 2017 y Reyes-Dorantes et al., 2018), pero de forma limitada para su hemicelulosa. Más aún, una revisión en la literatura científica arroja que existen pocos estudios que tomen en cuenta los subproductos del proceso de molienda del arroz para su aprovechamiento. En breve, son relevantes los trabajos que involucran a los componentes de la pulidura de arroz con capacidad de comercializarse en corto plazo, como lo es la síntesis de ácido fítico (Sheng et al., 2009) y de triazoles (Toliwal et al., 2009). Así pues, el trabajo que se plantea a continuación busca expandir la variedad de subproductos provenientes de la hemicelulosa, identificando los componentes básicos de la misma, hemicelulosa y arabinosa.

### Descripción del Método

A continuación se detalla la metodología, el equipo y los materiales empleados para la extracción e identificación de xilosa y arabinosa en las muestras provenientes de pulidura de arroz.

#### *Extracción del aceite crudo de pulidura de arroz*

Para desgrasar la pulidura de arroz, se procede a utilizar un equipo Soxhlet para extraer su contenido oleico. La muestra de pulidura de arroz se coloca en un cartucho o dedal de celulosa, y este a su vez dentro del extractor Soxhlet. Previamente, se adicionan un volumen adecuado de hexano en un matraz redondo propio del equipo, el cual se lleva a peso constante. La extracción se mantiene a reflujo durante 6 horas con agitación constante, para posteriormente destilar el hexano en un evaporador rotatorio a 60 °C y 50 rpm, empleando un sistema de vacío.

#### *Extracción de hemicelulosa e identificación de monosacáridos*

Una vez desgrasada la pulidura de arroz, la hemicelulosa es extraída por pretratamiento básico, en condiciones ya establecidas (Sun et al., 2004). Se depositan 100 g de pulidura de arroz en 2000 mL de agua destilada, y esta solución se calienta a una temperatura de 55°C durante 2 horas con agitación. La solución resultante se concentra a la mitad y las hemicelulosas se precipitan usando 4 volúmenes de 95% etanol. El precipitado se filtra empleando un sistema de vacío, y posteriormente es tratado con 300 mL de una solución 0.5 M NaOH. Con propósitos de comparación, las hemicelulosas son expuestas paralelamente a 200 mL de soluciones de 0.5 % y 1.5 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, seguido un ajuste de pH a 11.5 con una solución 6M NaOH durante 2 horas a 55°C. Nuevamente se filtra la muestra empleando un sistema de vacío y se lava con agua destilada hasta alcanzar un pH neutral. Finalmente, la muestra se seca en un horno a una temperatura de 60° C durante 2 horas. Se procedió a identificar los componentes del filtrado a través de espectroscopia infrarroja, usando un equipo Nicolet FTIR Spectrometer 6700.

### Resultados y Discusión

#### *Resumen de resultados*

Los espectros FTIR de las muestras de pulidura silvestre, desengrasa, y del precipitado hemicelulósico tratado a las soluciones 0.5 M NaOH, seguido del tratamiento a 0.5% y 1.5% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> son presentadas en la Figura 1. El espectro FTIR de la muestra silvestre coincide satisfactoriamente con trabajos ya reportados (Qi et al., 2015). En este espectro se observan señales típicas de hemicelulosa, tal como la banda 1200-1000 cm<sup>-1</sup>, asociada a la presencia de xilanos, así como una señal centrada a ~1650 cm<sup>-1</sup>, que se atribuye al estiramiento de los grupos carboxilo de las cadenas de celulosa y la banda en ~2900 cm<sup>-1</sup> correspondiente a un estiramiento C-H del grupo del aldehído de la hemicelulosa. La banda ancha centrada en 3440 cm<sup>-1</sup> corresponde a vibraciones de estiramiento hidroxilo provenientes tanto de las hemicelulosas como de posible agua presente en la muestra. Finalmente, el hombro en ~1520 cm<sup>-1</sup> se asocia a la presencia de trazas de lignina en este material lignocelulósico. Las bandas de baja intensidad en 1175 y 990 cm<sup>-1</sup>, se atribuyen a la presencia de las cadenas laterales de arabinosilo, y por tanto a estructuras de arabinoxilanos (Sun y Tomkinson, 2002).

La muestra desgrasada del FTIR sugiere que la lignina y quizás porciones de hemicelulosa fueron removidas, debido a la disminución o desaparición de algunas de las bandas anteriormente descritas. Los espectros FTIR de las hemicelulosas precipitadas e hidrolizadas presentan una disminución, y casi desaparición, de la intensidad de la banda en  $1650\text{ cm}^{-1}$ , lo que sugiere la destrucción de algunos de los enlaces de hidrógeno entre las cadenas de celulosa. De hecho, la muestra tratada con  $0.5\text{ M NaOH}/0.5\% \text{ H}_2\text{O}_2$  presentó una mayor degradación biopolimérica que aquella con tratamiento  $0.5\text{ M NaOH}/1.5\% \text{ H}_2\text{O}_2$ . No obstante, esta muestra última las típicas señales que identifican los monosacáridos xilosa (un hombro en  $3213\text{ cm}^{-1}$ , y una banda pequeña en  $1030\text{ cm}^{-1}$ ) y arabinosa (banda pequeña en  $1125\text{ cm}^{-1}$ ).

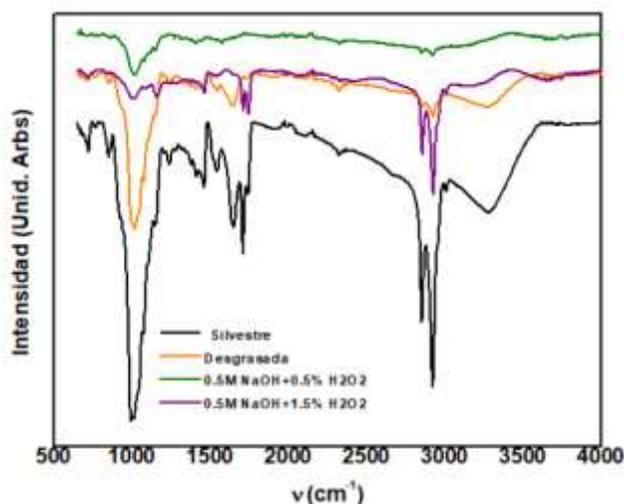


Figura 1. Evolución de los espectros FTIR desde la muestra de pulidura de arroz silvestre (línea negra continua), desengrasa (línea naranja), hasta la de los precipitados hemicelulósicos tratado con las soluciones  $0.5\text{ M NaOH}$ , seguido del tratamiento a  $0.5\%$  (verde) y  $1.5\%$   $\text{H}_2\text{O}_2$ .

#### Resumen de resultados

El presente trabajo determinó los efectos de los pretratamientos de extracción del aceite y básico usando soluciones  $0.5\text{ M NaOH}/0.5\% \text{ H}_2\text{O}_2$  y  $0.5\text{ M NaOH}/1.5\% \text{ H}_2\text{O}_2$  en la microestructura lignocelulósica de la pulidura de arroz. Las bandas que identifican los posibles componentes de la matriz lignocelulósica han sido indicado

#### Conclusiones

Nuestros resultados usando espectroscopia FTIR sugieren la presencia de los monosacáridos xilosa y arabinosa cuando el tratamiento  $0.5\text{ M NaOH}/1.5\% \text{ H}_2\text{O}_2$  fue empleado. No obstante, las señales obtenidas son débiles, implicando que debió haber pérdida significativa de los monosacáridos durante los tratamientos. Así mismo, señales asociadas a celulosa y lignina no fueron observadas y pensamos que debieron haber sido removidas durante los tratamientos.

#### Recomendaciones

Una identificación completa de estos monosacáridos debe incluir una análisis complementario de  $^1\text{H RMN}$  y  $^{13}\text{C RMN}$ . Estos estudios permitirán identificar las propiedades enantioméricas de los azúcares identificados por FTIR.

### Referencias

- Baig, M., Zetzl, C. and Brunner, G., "Conversion of extracted rice bran and isolation of pure bio-ethanol by means of supercritical fluid technology", *10th European Meeting on Supercritical Fluids*, N(3): 1 – 6, 2005.
- Bhosale, S., Vijayalakshmi, D., "Processing and Nutritional Composition of Rice Bran", *Current Research in Nutrition and Food Science*, Vol. 3, No. 1, 74–80, 2015.
- Borresen, E. C., Ryan, E. P., "Rice Bran: A Food Ingredient with Global Public Health Opportunities", *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health*. Elsevier Inc., 2014.

- Brownell, J. E., Nakas, J. P., "Bioconversion of acid-hydrolyzed poplar hemicellulosic to acetic acid by *Clostridium thermoaceticum*", *Journal of Industrial Microbiology*, Vol. 7, 1-6, 1991.
- Harada, K. M., Tanaka, K., Fukuda, Y., Hashimoto, W., Murata, K., "Degradation of rice bran hemicellulose by *Paenibacillus* sp. strain HC1: gene cloning, characterization and function of b-D-glucosidase as an enzyme involved in degradation", *Archives in Microbiology*, Vol. 184, 215–224, 2005.
- Hicks, P.A., "The potential for rice products and by-products in Asia", *FAO Regional Office for Asia and the Pacific*, Bangkok, Thailand, 1999.
- Moldes, A. B., "Complete bioconversion of hemicellulosic sugars from agricultural residues into lactic acid by *Lactobacillus pentosus*", *Applied Biochemistry Biotechnology*, Vol. 135, 219-227, 2006.
- Qi, J., Yokoyama, W., Masamba, K. G., Majeed, H., Zhonga, F., Li, Y., "Structural and physico-chemical properties of insoluble rice bran fiber: effect of acid–base induced modifications", *RSC Advances*, Vo. 5, 79915, 2015.
- Rachmaniah, O., Ju, Y. H., Vali, S. R., Tjondronegoro, I., Musfil, A. S., "A study on acid catalyzed transesterification of crude rice bran oil for biodiesel production", en *Youth energy symposium*, 19th world energy congress and exhibition, Sydney, Australia, 2004.
- Reyes-Dorantes, E., Zuñiga-Diaz, J., Quinto-Hernandez, A., Porcayo-Calderon, J., Gonzalez-Rodriguez, J. G., Martinez-Gomez, L., "Fatty Amides from Crude Rice Bran Oil as Green Corrosion Inhibitors", *Journal of Chemistry*, 2871034, 14, 2017.
- Reyes-Dorantes, E., Zuñiga-Diaz, J., Quinto-Hernandez, A., Porcayo-Calderon, J., Pedraza-Basulto, G. K., Martinez-Gomez, L., "Rice Bran as Source for the synthesis of Imidazoline-type Inhibitors: Synthesis and Corrosion Performance", *International Journal of Electrochemical Science*, Vol. 13, 101 – 118, 2018.
- Rigo, L. A., Pohlmann, A. R., Guterres, S. S., Ruver Beck, R. C., "Rice Bran Oil: Benefits to Health and Applications in Pharmaceutical Formulations", *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health*, 2014.
- Saha, B. C., "Hemicellulosic bioconversion", *Journal of Industrial Microbiology Biotechnology*, Vol. 30, 279-291, 2003.
- Sun, R. C., Tomkinson, J., "Characterization of hemicelluloses obtained by classical and ultrasonically assisted extractions from wheat straw", *Carbohydrate Polymers*, 50, 263–271, 2002.
- Sun, J. X., Sun, X. F., Sun, R. C., Su, Y. Q., "Fractional extraction and structural characterization of sugarcane bagasse hemicelluloses", *Carbohydrate Polymers*, Vol. 56, 195–204, 2004.
- Zuñiga-Diaz, J., Reyes-Dorantes, E., Quinto-Hernandez, A., Porcayo-Calderon, J., Gonzalez-Rodriguez, J. G., Martinez-Gomez, L., "Biodiesel from "Morelos" Rice: Synthesis, Oxidative Stability, and Corrosivity", *Journal of Chemistry*, 4595130, 2018.
- Sheng, H., Xiaoyang, K., Chaoyang, F., "Rice bran extraction used as pickling inhibitor in hydrogen chloride acid", *Journal of Chinese Society for Corrosion and Protection*, Vol. 29, 149-153, 2009,
- Toliwal, S.D., Jadav, K., "Fatty acid triazoles derived from neem, rice bran and karanja oils as corrosion inhibitors for mild steel", *Indian Journal of Chemical Technology*, Vol. 16, 32-37, 2009.

# RELACIÓN LONGITUD PESO Y FACTOR DE CONDICIÓN DE LA TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*), EN CONDICIONES DE CULTIVO A ALTAS DENSIDADES EN MONTERÍA, COLOMBIA

Mg. Adalberto José Vides Redondo<sup>1</sup>, Ing. Milton Jiménez Salas<sup>2</sup>,  
Dr. Carlos Ramón Vidal Tovar<sup>3</sup> y Dr. Yimy Gordon Hernández<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente estudio analiza la relación talla (longitud)- peso y factor de condición (k) en las diferentes etapas o fases del ciclo de cultivo de la Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), además, determina otras variables biométricas útiles para el análisis de patrones de crecimiento de la especie. Para tal fin fueron procesados 2188 datos provenientes de 3 procesos productivos bajo las mismas condiciones de manejo ejecutado en una empresa productora piscícola ubicada en la vereda Maracayo, municipio de Montería, Colombia. Los datos fueron recolectados mediante biometrías realizadas entre los meses de junio y noviembre de 2019. Los resultados obtenidos al analizar la relación longitud-peso muestran que la tilapia nilótica, presenta un crecimiento isométrico, evidenciando una leve variación durante las tres etapas de cultivo, en igual sentido, los valores del factor de condición K presentaron variaciones de acuerdo a la fase, aumentando a medida que se incrementaba el peso de los individuos. Igualmente, se analizó la correlación de algunas variables morfométricas con variables medioambientales asociadas fundamentalmente a la calidad del agua.

**Palabras clave**—Factor de condición, biometrías, calidad de agua, Crecimiento.

## Introducción

La tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*, después de sortear problemas de mercado debido a la no obtención de tallas comerciales deseadas producto al desconocimiento de parámetros ecológicos y de cultivo, se convirtió en el boom del comercio acuícola debido al establecimiento de cultivos monosexuales obteniendo poblaciones con tallas comerciales uniformes. Gracias a estos avances, se logró la masificación a nivel mundial de este sistema de producción, al punto que se considera a la tilapia nilótica la de mayor importancia económica. (FAO, 2005-2017).

En Colombia el sector de la acuicultura está representado en gran medida por el cultivo de las tilapias (*Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp.*). Contribuyendo con más del 50% de la producción nacional (Cadena de la Acuicultura, Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, 2018), siendo este el resultado de la implementación de procesos de hibridación de especies de origen africano del género *Oreochromis*, que gracias a su gran adaptabilidad y tolerancia a factores adversos se encuentra presente no solo en Colombia, sino en un gran número de países tropicales sin tradición piscícola.

Ahora bien, son numerosos los estudios que se han realizado en torno al mejoramiento genético, nutrición y desarrollo de sistemas de cultivo para peces de este género, sin embargo, es escasa la información referente a la dinámica de crecimiento tanto en su hábitat natural, como en condiciones de cultivo, por lo que poco a poco ha cobrado interés el hecho de indagar a cerca de aspectos biométricos, tales como: la relación longitud-peso, factor de condición; los cuales son de inmensa utilidad al momento de evaluar aspectos como el stock poblacional (Gulland, 1983; Beyer, 1987; Benedito et al., 1997) distribuciones de frecuencia y estimación de la biomasa a partir de la talla.

Finalmente, las investigaciones de este orden se han enfocado en analizar la relación talla-peso y factor de condición en poblaciones en su ambiente natural (Froese, 2006; Rennie y Verdon, 2008; Ramos-Cruz, 2009; Arismendi y cols., 2011; Cifuentes y cols., 2012; Hurtado-Herrera y cols., 2013), donde las condiciones ecológicas y ambientales son cambiantes en el tiempo, aspecto correlacionado con las diferentes fases de desarrollo del pez, condicionando así variables como la relación longitud-peso y factor de condición.

<sup>1</sup> Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Popular del Cesar. Investigador Grupo AITICE, Universidad Popular del Cesar Valledupar, Colombia. [adalbertovides@unicesar.edu.co](mailto:adalbertovides@unicesar.edu.co) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Popular del Cesar. Valledupar, Colombia. [mdavidjimenez@unicesar.edu.co](mailto:mdavidjimenez@unicesar.edu.co)

<sup>3</sup> Programa de Ingeniería Agroindustrial Grupo de Investigación Creando Ciencias – CRECI, Universidad Popular del Cesar. Valledupar, Colombia. [car.vidal@mail.udes.edu.co](mailto:car.vidal@mail.udes.edu.co) - [carlosvidal@unicesar.edu.co](mailto:carlosvidal@unicesar.edu.co)

<sup>4</sup> Docente – investigador del grupo: FACEUPC de la Universidad Popular del Cesar – Valledupar – Cesar. [yimygordon@unicesar.edu.co](mailto:yimygordon@unicesar.edu.co)

## Descripción del Método

### Localización

El desarrollo experimental de esta investigación se llevó a cabo en una empresa productora piscícola, ubicada en la población de Macayo, municipio de Montería, en el departamento de Córdoba, Colombia. Macayo es un pequeño poblado situado a orillas de la Ciénaga de Betancí, influenciado por la vía principal que, del municipio de Tierra Alta, Alto Sinú, comunica con la ciudad de Montería; dada su ubicación, tradicionalmente por múltiples generaciones su vocación ha sido pesquera, soportada en los recursos de la ciénaga de Betancí, la cual cubre una superficie alrededor de 3400 hectáreas con una profundidad promedio de 4 m y una línea costera extendida aproximadamente en 18 km.

### Condiciones generales de cultivo

La presente investigación se desarrolló haciendo seguimiento a un proceso productivo a escala intensiva, con una densidad de siembra de 65 peces / m<sup>2</sup>, implementado en tanques de geomembrana HDPE, y soportado por un esquema de alimentación estratificado por etapas: precría, empleando alimento concentrado con 45% de proteína para los animales entre 1 y 15 gramos y concentrado del 40% de proteína para animales entre 15,1 hasta los 30 gramos de peso; levante, se suministró alimento del 38% de proteína desde los 30,1 hasta los 80 g y de 35% de proteína entre los 80,1 hasta los 150 gramos de peso; finalmente para la fase de engorde, se suministró un alimento del 32% de proteína hasta el peso final de cosecha. En igual sentido, la frecuencia de alimentación se estratificó por etapas de la siguiente manera: precría, 6 veces/día; levante, 4 veces/día; y engorde, 3 veces/día.

### Muestreo

Para la obtención de la información se realizaron 22 biometrías abarcando las tres fases del ciclo de cultivo, agrupando la información obtenida por etapas (pre-cría, levante y engorde), tratando un total de 2188 peces vivos de tilapia nilótica provenientes de tres ambientes de cultivo en similares condiciones de manejo, se tomó la información referente a la longitud total (LT), longitud estándar (LS), longitud dorsal (LD), y peso (P), para lo cual se empleó un ictiómetro de acrílico de 50 cm con graduación en mm, una balanza digital gramera con un nivel de precisión de 0,01g marca Bernalo BL-H2 SERIES. Por otro lado, en lo relacionado con la calidad del agua se monitoreó: concentración de oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, temperatura, pH, nitritos, alcalinidad y sólidos suspendidos; para lo cual se empleó un medidor multi parámetro portable YSI-6050000. Las mediciones se realizaron 2 veces al día en horarios AM y PM. La información se sistematizó por etapa, lo que permitió calcular la relación longitud-peso y factor de condición K para cada una de ellas.

### Descripción del Método

La información biométrica se recolectó entre los meses de junio a noviembre de 2019; los datos procesados por medio de la estadística descriptiva fueron: Longitud Total (LT), Longitud Estándar (LS), Longitud Dorsal (LD), y Peso (P) durante las tres fases del cultivo: precría, muestras entre 1-30 gramos; levante, muestras entre 30,1-150 gramos; y engorde, muestras entre 150,1-peso final de cosecha. Para establecer la relación longitud peso, se empleó el modelo potencial el cual es interpretado mediante una regresión que relaciona una medida lineal (talla) con una de volumen (peso), asumiendo que la longitud es una magnitud lineal y el peso debe ser aproximadamente proporcional al cubo de la talla, de acuerdo con la ecuación propuesta por Froese (2006) y Ricker (1975):

$$W = \alpha L^{\beta}$$

Donde, W = al peso húmedo total del pez en gramos,  $\alpha$  es una constante de regresión equivalente al factor de condición de Fulton (K), L es la longitud total (LT) o estándar (LS) en centímetros y  $\beta$  es el coeficiente de crecimiento de la regresión. Para la determinación de los parámetros del modelo se utilizó el método de mínimos cuadrados en el cual se calcularon los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  minimizando los errores cuadrados del peso observado (W) y el peso predicho por el modelo (We). Este ajuste se llevó a cabo mediante la utilización del código de optimización no lineal GRG2 (Generalized Reduced Gradient).

Para establecer los parámetros estadísticos del modelo (intervalos de confianza, coeficiente de correlación y coeficiente de determinación) se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de la regresión logarítmica de las variables W y LT; W y LS. Con base en todo lo anterior y mediante una prueba de t-student se estableció la diferencia estadística en los coeficientes de isometría con respecto a la hipótesis de crecimiento isométrico ( $\beta=3$ ), estableciendo que existe isometría cuando p toma valores mayores a 0,05. De igual forma, se analizó la relación longitud-peso mediante un modelo de regresión múltiple matricial, calculando el valor del coeficiente de correlación y el coeficiente de determinación mediante operaciones matriciales, para esto se asumieron como parámetros de control o variables independientes a las magnitudes de longitud (longitud total, longitud estándar y longitud dorsal) y como variable medida o dependiente las observaciones de peso (W).

## Resultados

A continuación, se presentan el análisis de los principales resultados.

### Parámetros físico químicos.

La temperatura del agua en los meses del cultivo presentó un valor promedio de  $29,56 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,32$ ; registrándose los picos más altos en los meses de julio-agosto, en cuanto al oxígeno disuelto este presentó un valor medio durante todo el ciclo de  $5,57 \text{ mg/l} \pm 0,41$ , presentando valores más altos en los meses de septiembre-octubre, coincidente con la estación lluviosa. Por su parte, el pH presentó un valor medio de  $7,77 \pm 0,34$ , mostrando una sólida tendencia a la neutralidad, la alcalinidad presento una media de  $81 \text{ ppm} \pm 0,51$ . Los valores de amonio, y nitritos, oscilaron entre  $0,63 \text{ ppm} \pm 0,36$ ;  $0,44 \text{ ppm} \pm 0,14$  respectivamente. Ahora bien, es sabido que la temperatura es uno de los parámetros más estudiados en correlación con factores de crecimiento en peces (Weatherley & Gill 1987; Schreck & Moyle 1990), dada su capacidad de condicionar otros parámetros, como la disolución de oxígeno en el agua, en el caso de esta investigación es muy bajo el grado de significancia existente en la correlación entre temperatura y factor de condición, debido a la escasa variación de esta durante los meses del ciclo de cultivo. En términos generales los parámetros monitoreados fluctuaron dentro de los rangos deseables para el cultivo de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), de acuerdo a lo descrito por Su Hsien-Tsang (2008), aun cuando las densidades manejadas son relativamente altas ( $20 \text{ kg/m}^3$  de biomasa), esto debido al estricto control que se mantiene sobre los ambientes de cultivo, asociados principalmente al soporte de oxigenación mecánico 7/24.

### Variables Biométricas.

Los organismos estudiados presentaron una longitud total entre 4,5 y 29,9 cm ( $17,44 \pm 6,98$ ) con un nivel de confianza al 95% de 0,30 y un coeficiente de variación de 0,40%. La longitud estándar varió entre 3 y 22,1 cm ( $12,80 \pm 5,14$ ), con un nivel de confianza al 95% de 0,22 y un coeficiente de variación de 0,40%; por su parte la longitud dorsal presentó un intervalo de 1,3 a 11,6 cm ( $6,34 \pm 2,81$ ) con un nivel de confianza al 95 % de 0,22 y un coeficiente de variación de 0,44%. Finalmente se registraron pesos entre 1,65 y 654 g ( $183,21 \pm 163,21$ ) con un nivel de confianza al 95% de 6,98 y un coeficiente de variación del 0,89%. La totalidad de la población muestreada estuvo representada por machos de tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*, agrupados porcentualmente así: el 23,95% en precia, con longitud total entre 4,1 y 11,5 cm ( $7,88 \pm 1,93$ ) y un peso entre 1,65 y 29,89 g ( $7,99 \pm 0,09$ ); el 27,60% en levante con organismos entre 11 y 19 cm ( $14,96 \pm 2,16$ ) y un peso entre 3,11 y 149,21 g ( $80,49 \pm 34,59$ ); y engorde el 48,45% con animales entre 17,4 y 29,6 cm ( $23,55 \pm 2,65$ ) y un peso entre 152,6 y 654 g ( $322,21 \pm 115,11$ ). La información obtenida se consolidó y categorizó por fases de cultivo, realizando el análisis descriptivo a cada una de sus variables biométricas (Peso, Longitud total, Longitud estándar y Longitud dorsal), la información se presenta en el Cuadro 1:

	PRECRÍA				LEVANTE				ENGORDE			
	P (g)	LT	LS	LD	P (g)	LT	LS	LD	P (g)	LT	LS	LD
<b>Media</b>	11,47	7,88	5,79	2,476	80,49	14,96	10,88	5,37	322,21	23,55	17,31	8,80
<b>ET</b>	0,35	0,08	0,06	0,029	1,40	0,08	0,06	0,03	3,53	0,08	0,06	0,03
<b>Med</b>	7,99	7,6	5,6	2,5	80,1	15	11	5,5	310	23,5	17,5	9
<b>Mod</b>	3,43	11	4	3	115,3	15	10,1	6	355,5	22,5	17,5	9
<b>DE</b>	8,09	1,93	1,43	0,673	34,59	2,16	1,61	0,86	115,11	2,65	1,93	1,10
<b>Var</b>	65,52	3,74	2,06	0,453	1196,82	4,69	2,59	0,75	13251,73	7,02	3,71	1,21
<b>Mín</b>	1,65	4,5	3	1,2	30,1	11	7,2	3,6	152,6	18,9	14	6,2
<b>Max</b>	29,8	11,5	9	4	149,2	19	14	6,9	654	29,9	22,1	11,6
<b>Niv conf</b>	0,69	0,16	0,12	0,058	2,76	0,17	0,12	0,06	6,94	0,16	0,12	0,07
<b>N</b>	524	524	524	524	604	604	604	604	1060	1060	1060	1060

Cuadro 1. Valores descriptivos de las variables biométricas, en las tres etapas de cultivo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). ET = error Típico, DE = desviación estándar, Min = mínimo, Max = máximo, N = tamaño de muestra, Med= Mediana, Mod= Moda Var= Varianza, P = peso, LT =Longitud Total, LS = Longitud estándar, LD= Longitud Dorsal.

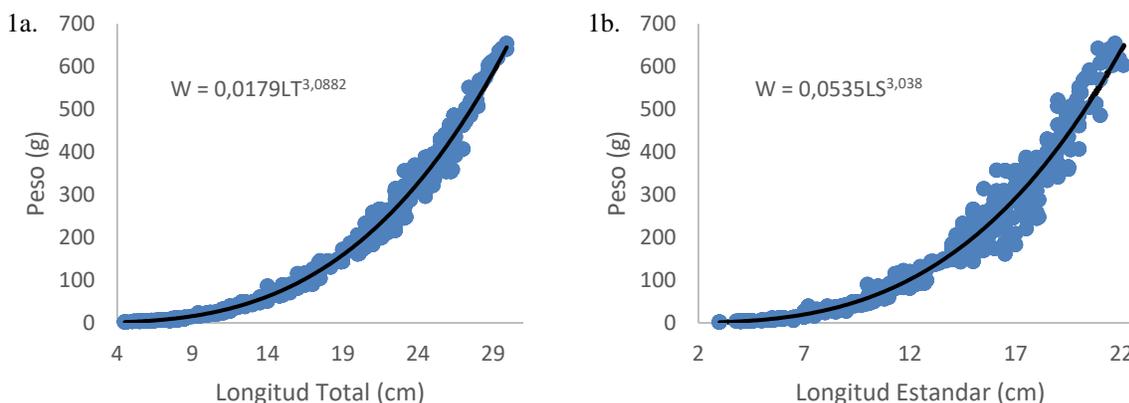
### Parámetros de crecimiento

Las regresiones, longitud estándar-longitud total; longitud total-longitud dorsal y longitud estándar-longitud dorsal, durante todo el ciclo de cultivo se definen por las ecuaciones  $LT = 0,1437 + 1,3507 LS$ , con una correlación de 0,995

y un  $R^2 = 0,9893$ ;  $LT = 1,8102LD + 1,3155$  con un coeficiente de correlación de 0,989 y un  $R^2 = 0,9787$ ; y  $LS = 0,5412LD - 0,5838$  con un coeficiente de correlación de 0,979 y un  $R^2 = 0,989$ , sobre un total de 2188 muestras.

**Relación longitud-peso**

Mediante el análisis de regresión potencial (grafica 1) de los valores correspondientes a todo el ciclo de cultivo se logró establecer en la relación longitud total-peso un factor de condición  $a=0,018$  y un coeficiente de crecimiento  $b=3,083$ ; del mismo modo, en la relación longitud estándar-peso se determinó un factor de condición  $a=0,052$  y un coeficiente de crecimiento  $b=3,050$ . El análisis de varianza y test student comprobó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los dos pares de variables estudiadas ( $t=8,338$  y  $p<0,05$ , para la relación LT-W;  $t=3,548$  y  $p<0,05$ , para la relación LS-W) descartando la hipótesis de existencia de crecimiento isométrico para la especie en su ciclo total de producción, por el contrario, dichos valores corresponden a un crecimiento alométrico positivo; sin embargo al contrastar de manera teórica los parámetros obtenidos con los valores propuestos por Carlander (1969) y Froese (2006), quienes consideran especies de crecimiento isométrico las que fluctúan dentro de los valores  $b=2,5$  y  $b =3,5$ , es válido afirmar que la especie *Oreochromis niloticus* presenta un crecimiento isométrico en toda su etapa de producción, en las condiciones del presente estudio, ya que su coeficiente de crecimiento se encuentra en dicho rango. Finalmente, las ecuaciones potenciales que explican la relación longitud-peso de la especie están dadas así:  $W=0,018[LT]^3,083$ ;  $W=0,052[LS]^3,050$ .



Grafica 1. Regresiones potenciales de las relaciones longitud total – peso; Longitud estándar- peso, en todo el ciclo productivo de la Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*).

En la gráfica 1a se visualiza la relación longitud total (LT)-peso (W) y su respectiva ecuación potencial; y la gráfica 1b presenta la relación longitud estándar (LS)-peso (W) y su ecuación explicativa.

De igual forma, mediante un análisis de regresión se obtuvo la relación longitud-peso y factor de condición para cada etapa del cultivo, tal como se presenta en el cuadro 2.

Etapa	PRE-CRIA		LEVANTE		ENGORDE	
	LT-W	LS-W	LT-W	LS-W	LT-W	LS-W
<b>R<sup>2</sup></b>	0,966	0,958	0,959	0,911	0,927	0,832
<b>gl (n-2)</b>	522	522	602	602	1058	1058
<b>t</b>	0,414	0,269	1,155	0,709	0,819	0,209
<b>a</b>	0,019	0,052	0,019	0,066	0,021	0,057
<b>b</b>	3,020	2,986	3,061	2,947	3,042	3,016
<b>p</b>	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	>0,05	> 0,05
<b>Tipo de Crecimiento</b>	I	I	I	I	I	I

Cuadro 2. Parámetros de la relación longitud Total-Peso, longitud Estándar-Peso, por etapa productiva de la Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*).  
Etapa de Precria

Los coeficientes de alometría (b) obtenidos en las relaciones LT-W y LS-W fueron ( $b=3,020$  y  $b=2,986$ , respectivamente) mostraron que para la etapa de precría la especie Tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*, presenta un crecimiento isométrico ( $p > 0,05$ ) en ambas relaciones (LT-W y LS-W), indicando que los individuos incrementan su peso en forma proporcional a su longitud. Con respecto al factor de condición (a) se obtuvieron valores de 0,019 para la relación LT-W y 0,052 para la relación LS-W.

#### *Etapa de Levante*

La tilapia nilótica, en la fase de levante y en las condiciones de cultivo previamente descritas, presenta un factor de condición  $a=0,019$  para la relación (LT-W) y  $a=0,066$  para la relación (LS-W) con pendientes o coeficientes de alometría (b) de 3,061 (LT-W) y 2,947 (LS-W). Del mismo modo, al aplicar la prueba de t student se comprobó que los valores del coeficiente de alometría no son significativamente diferente de 3 ( $t=1,155$ ;  $p>0,05$  para la relación LT-W y  $t=0,709$ ;  $p>0,05$  para la relación LS-W), lo que demuestra que esta especie tiene un comportamiento isométrico ( $b=3$ ) en su etapa de levante, determinando que el individuo incrementa proporcionalmente su longitud y su peso. Al contrastar con otros autores los valores obtenidos en este estudio, se puede afirmar que los resultados difieren significativamente, hecho atribuible a que dichos estudios se soportan de análisis en condiciones naturales, como en el caso de Samy A. y Leyton F. (2015) donde relacionan valores del factor de condición para *O. niloticus*, entre 0.7 y 1.32 con un promedio de 1.008, donde adicionalmente el ecosistema reporta importantes grados de perturbación.

De otra parte, autores como Felipe Santoyo (2019) reportan que esta misma especie en condiciones naturales (con bajas densidades) en cinco cuerpos de agua del estado de Jalisco, México, presentan valores de la pendiente b entre 2,10 y 2,78, ubicándose dentro del rango de la alometría negativa  $b<3$ , muy seguramente estos valores están asociados a la variabilidad ecológica que presentan los ecosistemas donde se realizó el estudio.

#### *Etapa de Engorde*

Al relacionar las variables LT-W y LS-W para la etapa de engorde se obtuvo un coeficiente de determinación de 0,832 y 0,927 respectivamente, de otra parte, para las mismas relaciones se obtuvo una pendiente o coeficiente de alometría de 3,042 y 3,016, indicando que la especie presenta un crecimiento isométrico ( $t=0,819$  y  $p>0,05$  para la relación LT-W;  $t=0,209$  y  $p>0,05$  para la relación LS-W), adicionalmente se obtuvo un factor de condición de 0,021 para la relación LT-W y 0,057 para la relación LS-W. Finalmente se realizó un análisis de regresión lineal múltiple, donde se consideró el peso como variable dependiente, y las longitudes totales, estándar, y dorsal como variables independientes o explicativas, obteniéndose un coeficiente de determinación  $R^2 = 0,876$ , lo que indica la bondad de ajuste del modelo aplicado, determinando que cerca del 88% de la varianza del peso es explicada por el modelo de regresión; y un coeficiente de correlación de 0,936 lo que nos asegura que las variables de longitud tienen un 94% de incidencia o relación en la variable dependiente- peso.

### **Conclusiones**

Al correlacionar las mediciones de la longitud estándar-longitud total; longitud total-longitud dorsal y longitud estándar-longitud dorsal, durante todo el ciclo de cultivo, se encontró una relación de tipo lineal obteniéndose coeficientes de correlación entre 0,979 y 0,995, considerada alta, lo cual indica la estrecha relación entre estas variables morfométricas. De igual modo, la tilapia nilótica bajo las condiciones de cultivo descritas anteriormente muestra un crecimiento isométrico a lo largo de todo el proceso productivo, con una leve tendencia a la alometría positiva en la fase de engorde, esto se justifica en el hecho de la estabilidad de los parámetros ambientales como temperatura, oxígeno disuelto, y pH, a esto sumado la disponibilidad de alimentos durante todas las etapas de cultivo.

En ese sentido, el mantenimiento de la temperatura del agua en rangos poco variables impacta positivamente en el crecimiento ya que los peces son animales poiquiloterms, por lo que su metabolismo está supeditado por las condiciones ambientales, sobre todo por la temperatura.

De otra parte, se evidenció una tendencia del incremento del factor de condición K, asociado al aumento de la talla y peso (desarrollo somático de la tilapia nilótica).

Los resultados de esta investigación pueden ser utilizados para modelar sistemas de predicción de biomasa en el manejo de poblaciones de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), en condiciones de cautiverio a altas densidades.

#### **Agradecimientos**

Los autores agradecen la participación activa y la colaboración en conocimiento a la empresa Piscícola NISSI SAS, e igualmente al apoyo y financiero de la Universidad Popular del Cesar para poder llevar a cabo esta investigación.

## Referencias

- Arismendi I., P. B. (2011). Body condition indices as a rapid assessment of the abundance of introduced salmonids in oligotrophic lakes of southern Chile. *Lake and Reservoir*, 61-69.
- Benedito-Cecilio E, A. A. (1997). *Length-weight relationship of fishes caught in the Itaipu*. Brazil: Naga ICLARM Quart.
- Beyer, M. (2003). *A graph-theoretic approach to the partition of individuals into full-sib families*.
- Bonilla Flórez, J. A., Mayer, P., Estruch Fuster, V. D., & Jover Cerda, M. (2017). Cambios en el índice de condición y relación longitud peso durante el ciclo de crecimiento de la dorada (*Sparus aurata* L) en jaulas marinas. *Revista AquaTIC*, 20-31.
- Bonilla-Flórez, J., Mayer, P., Estruch-Fuster, V., & Jover-Cerdá, M. (2017). Cambios en el índice de condición y relación longitud-peso durante el ciclo de crecimiento de la dorada (*Sparus aurata* L.) en jaulas marinas. *Revista AquaTIC*, 20-29.
- Cifuentes R., G. J. (2012). Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepc.)*, 86-100.
- Felipe Santoyo T., J. M. (2019). Relaciones talla-peso y factor de condición de la tilapia *Oreochromis niloticus* en cinco cuerpos de agua del estado de Jalisco, México. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 5-25.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationship: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 241-253.
- Gerking, S. (1971). Influence of rate of feeding and body weight on protein metabolism of bluegill sunfish. *Physiology Zoology* 44, 9-19.
- Gulland, J. A. (1983). *Fish Stock Assessment: A Manual of Basic Methods*. Roma: FAO.
- Hurtado-Herrera M., D.-M. R.-L. (2013). Efecto de la estructura de tallas bajo un modelo dinámico de población utilizando curvas características. *Abstraction and Application Magazine*, 12-15.
- Imsland, A. K., Jonassen, T. M., Kadowaki, S., Berntssen, M., & Stefansson, S. O. (2001). Intraspecific differences in physiological efficiency of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *J. World Aquac. Soc.*, 285-296.
- Michael D. Rennie, R. V. (2008). Development and Evaluation of Condition Indices for the. *North American Journal of Fisheries Management*, 1270-1293.
- Mommsen T.P., M. T. (2001). Hormonal Regulation of Muscle Growth. En: Johnston, I. A. (Ed.), *Muscle Development and Growth*. Fish Physiology, Vol. 18. Academic Press, 251-293.
- Ochoa Ubilla, B. Y., Mendoza Nieto, K. X., Vivas Moreira, R., Urdánigo Zambrano, J., & Ferrer-Sánchez, Y. (2016). Estructura de tallas de captura y relación longitud-peso de peces nativos en el humedal Abras de Mantequilla, Ecuador. *Cienc Tecn UTEQ*, 11-19.
- Olaya-Nieto, C. &. (2011). Relación longitud-peso del Guabino, *Gobiomorus dormitor* (Pisces: Eleotridae) en el río Sinú, Colombia. *Dahlia*, 61-74.
- Ponce, M. &.-F.-H.-N. (2011). Edad y crecimiento del híbrido de tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) en la represa "Zimapán" Hidalgo, México. *Revista de Biología Tropical*, 762-770.
- Ramos-Cruz, S. (2009). Relación longitud-peso y factor de condición en el barrilete negro *Euthynnus lineatus* (Kishinouye, 1920) (Perciformes: Scombridae), capturado en el litoral de Oaxaca, Mexico. *Invest. Mar*, 45-53.
- Samy A. Leyton F., E. M. (2015). ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE CONDICIÓN DE FULTON (K) Y LA RELACIÓN LONGITUD-PESO EN TRES ESPECIES ÍCTICAS PRESENTES EN UN SECTOR SOMETIDO A FACTORES DE ESTRÉS AMBIENTAL EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 21-28.
- Su Hsien-Tsang, M. Q. (2008). *Manual sobre reproducción y cultivo de tilapia*. El Salvador: CENDEPESCA.

# Solución de ecuaciones no lineales para el modelaje del flujo de carga en sistemas eléctricos de potencia

Rubén Villafuerte Díaz<sup>1</sup>, Jesús Medina Cervantes<sup>2</sup>, Erika Barojas Payan<sup>3</sup> Victorino Juárez Rivera<sup>4</sup>

**Resumen**— En este trabajo se aplica un método numérico de cinco pasos, tipo Newton para resolver las ecuaciones no lineales que modelan el flujo de carga en sistemas eléctricos de potencia. El método consiste en resolver iterativamente las ecuaciones no lineales que modelan a cada nodo de la red, evitando la formación de la matriz jacobiana típica en el método de Newton-Raphson y analizar el efecto que tienen los factores de aceleración  $\alpha_i$  en la solución. El método se aplicó a sistemas de prueba de 5 a 30 nodos considerando factores de aceleración de 1 a 2.6, los resultados obtenidos muestran una reducción importante en el número de iteraciones y el tiempo de ejecución en los sistemas de mayor tamaño, presentando un error máximo relativo del 0.29%.

**Palabras Clave**— Ecuaciones no lineales, Flujos de carga, Flujos de potencia, Métodos numéricos, Newton-Raphson

## Introducción

El método de Newton-Raphson es utilizado para resolver de una manera eficiente ecuaciones no lineales y calcular los voltajes nodales de una red eléctrica ( Jizhong Zhu, 2009 y Saadat, 2004). Para la solución de una ecuación no lineal, el método de Newton-Raphson es representado por la ecuación (1) (Steven C. Chapra et al. 2015).

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \quad (1)$$

Para la solución de  $N$  ecuaciones no lineales por medio del método de Newton-Raphson es necesaria la formación de una matriz de derivadas parciales y calcular en forma incremental los cambios en cada una de las variables en forma iterativa mediante una ligera modificación de la ecuación (1).

$$x_{n+1} = x_n + \Delta x \quad (2)$$

En dónde:

$$\Delta x = -[f'(x_n)]^{-1} f(x_n) \quad (3)$$

En la ecuación (3), el término  $[f'(x_n)]$  es formado por las derivadas parciales de las ecuaciones no lineales que modelan a una red eléctrica, en su forma matricial se conoce como la matriz jacobiana. La figura 1 corresponde a un sistema eléctrico de potencia de cinco nodos y muestra la mayoría de los datos necesarios para el cálculo de los voltajes en los nodos 2, 3, 4, y 5 y posteriormente el flujo de la potencia real  $P$  y de la potencia reactiva  $Q$  que circula entre todos los nodos del sistema (Saadat, 2004).

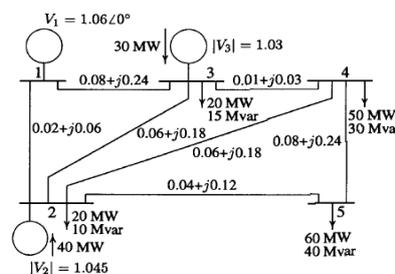


Figura 1. Red de cinco nodos

Aplicando las leyes de los circuitos eléctricos en los nodos 2, 3, 4 y 5, de la figura 5 se establece la ecuación (4) (Hayt, 2012, Villafuerte et al. 2012, Villafuerte et al. 2013)

$$f_i(V_1^k, V_2^k, \dots, V_n^k) = V_i^{*k} \sum_{j=1}^N Y_{ij} V_j^k - [(Sg_i - Sc_i)]^* \quad (4)$$

<sup>1</sup> Rubén Villafuerte Díaz, es profesor de la carrera de ingeniería eléctrica en la facultad de ingeniería, campus Ixtaczoquitlán, Veracruz, Veracruz, México. rvillafuerte@uv.mx (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Jesús Medina C. es profesor de la carrera de ingeniería mecánica en la facultad de ingeniería, campus Ixtaczoquitlán, Veracruz, Veracruz, México. jemedina@uv.mx

<sup>3</sup> Erika Barojas Payan es profesora de la carrera de ingeniería industrial en la facultad de ingeniería, campus Ixtaczoquitlán, Veracruz, Veracruz, México. ebarojas@uv.mx

<sup>4</sup> Victorino Juárez Rivera es profesor de la carrera de ingeniería industrial en la facultad de ingeniería, campus Ixtaczoquitlán, Veracruz, Veracruz, México. vijuaraz@uv.mx

En dónde;

$Y_{ij}$  es la admitancia entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$ ,

$V_i$  es el voltaje en el nodo  $i$ ,

$S_{gi}$  es la potencia generada en el nodo  $i$ ,

$S_{ci}$  es la potencia de carga del nodo  $i$ ,

$f_i(V_i^k, V_2^k, \dots, V_N^k)$  es la ecuación no lineal del nodo  $i$

$N$  es el número de nodos,

$k$  es el contador de iteraciones.

De la ecuación (4), varios investigadores han obtenido métodos que relacionan a la ecuación (1) para calcular el flujo de la potencia real  $P$  y de la potencia reactiva  $Q$  en sistemas eléctricos (Stott, 1974, Stagg, 196, Sereeter, 2017). Se desarrolló un método conocido como la forma rectangular del método de Newton-Raphson, en donde se calculan en cada iteración las componentes reales e imaginarias de los voltajes y se genera la matriz jacobiana  $[f'(x_n)]$  que depende de los nodos de carga  $N_{pq}$  y los nodos de voltaje controlado  $N_{pv}$ , el nodo compensador (Slack) y es de orden  $(2N_{pq}+N_{pv}-1)$  (Sereeter, 2017). La matriz jacobiana depende de las derivadas parciales de la potencia real y reactiva con respecto a esas componentes en cada uno de los nodos del sistema en estudio (Stott, 1974, Stagg, 1968). Con las ecuaciones (5) y (6), de la potencia real  $P$  y de la potencia reactiva  $Q$ , respectivamente y sus derivadas parciales con respecto a las componentes rectangulares, establece la forma rectangular del método de Newton (Sereeter, 2017, Jizhong).

$$P_i^k = G_{ii} \left( (e_i^k)^2 + (f_i^k)^2 \right) + \sum_{j=1, j \neq i}^N G_{ij} (e_i^k e_j^k + f_i^k f_j^k) - B_{ij} (e_j^k f_j^k - f_i^k e_j^k) \quad (5)$$

$$-Q_i^k = B_{ii} \left( (e_i^k)^2 + (f_i^k)^2 \right) + \sum_{j=1, j \neq i}^N G_{ij} (e_i^k e_j^k - f_i^k f_j^k) + B_{ij} (e_j^k f_j^k + f_i^k e_j^k) \quad (6)$$

La versión polar de Newton-Raphson es otro método, el cual consiste en calcular la magnitud del voltaje y su ángulo (Jizhong, 2009, Saadat, 2004, Sereeter, 2017). Las ecuaciones (7) y (8), de la potencia real  $P$  y de la potencia reactiva  $Q$ , respectivamente y sus derivadas parciales respecto a la magnitud y al ángulo de los voltajes son utilizados para crear la forma polar.

$$P_i^k = Y_{ii} (|V^k|)^2 \cos(\theta_{ii}) + \sum_{j=1, j \neq i}^N Y_{ij} |V_i^k| |V_j^k| \cos(\theta_{ij} + \delta_j^k - \delta_i^k) \quad (7)$$

$$-Q_i^k = Y_{ii} (|V^k|)^2 \sin(\theta_{ii}) + \sum_{j=1, j \neq i}^N Y_{ij} |V_i^k| |V_j^k| \sin(\theta_{ij} + \delta_j^k - \delta_i^k) \quad (8)$$

Un método más, conocido como Newton-Raphson desacoplado surge del análisis del comportamiento de las derivadas parciales de la potencia real y reactiva con respecto a la magnitud del voltaje y a su ángulo (Jizhong, 2009, Sereeter, 2017). En el método desacoplado se consideran despreciables las derivadas parciales de la potencia real  $P$  con la magnitud y las derivadas parciales de la potencia reactiva con el voltaje. La matriz jacobiana para sistemas grades depende del número de nodos de carga  $N_{pq}$  y de los nodos de voltaje controlado  $N_{pv}$ , para su estudio se utilizan métodos de factorización y ordenamiento [Hale, 1959, Pissanetzky, 1984, Tewarson, 1973]. Un estudio más minucioso de las ecuaciones en derivadas parciales y su comportamiento con respecto a la magnitud del voltaje y su ángulo dan lugar a la creación del método desacoplado rápido (Stott, 1974, Sereeter, 2017). En el establecimiento del sistema de ecuaciones los nodos de carga no requieren de consideraciones especiales, sin embargo los nodos de voltaje controlado implican físicamente la adición de esquemas de compensación de potencia reactiva para mantener la magnitud del voltaje constante. El mantener la magnitud del voltaje constante implica vigilar constantemente la potencia reactiva que se inyecta en cada uno de estos nodos.

### Método aplicado

La ecuación (1), es utilizada para encontrar las raíces de una ecuación no lineal, a partir de ella se han desarrollado métodos de varios pasos [Villafuerte et al. 2013, 2014, Rasha2014, Mehdi Salimi et al. 2018]. En este trabajo se utiliza un método de cinco pasos representado por las ecuaciones (9) para calcular los voltajes de un sistema eléctrico de potencia de  $N$  nodos. El método aplicado consiste en generar en cada nodo la ecuación no lineal (4) con sus derivadas y resolverla iterativamente, una vez obtenido el voltaje, se calcula el flujo de potencia real y reactiva que circula entre cada nodo del sistema.

$$\begin{aligned} y_n &= x_n - \alpha_1 \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \\ z_n &= y_n - \frac{3f(y_n)}{f'(x_n) + f'(y_n)} \\ u_n &= z_n - \frac{3f(z_n)}{f'(x_n) + f'(z_n)} \end{aligned} \quad (9)$$

$$v_n = u_n - \frac{3f(u_n)}{f'(x_n)+f'(u_n)}$$

$$x_{n+1} = v_n - \left[ \frac{7f(v_n)}{8f'(x_n)+5f'(v_n)} \right] \alpha_2$$

En dónde  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  son números reales que varía entre 1 y 3. Una característica de la ecuación (9) es que para aplicarla a la solución de flujos de potencia se considera que todas las funciones son complejas, y dicha función es simplemente la potencia compleja en cada nodo de la red, excepto en el nodo compensador, la ecuación (4) con sus derivadas (10) son aplicadas para calcular el voltaje  $V_i$  en un sistema eléctrico de potencia y hacer uso del método de cinco pasos descrito por las ecuaciones (9).

$$f_i(V_1^k, V_2^k, \dots, V_n^k) = V_i^{*k} \sum_{j=1}^N Y_{ij} V_j^k - [(S_{gi} - S_{ci})]^* \tag{4}$$

$$f'_i(V_1^k, V_2^k, \dots, V_n^k) = 2Y_{ii} |V_i^k| + \sum_{j=1, j \neq i}^N Y_{ij} V_j^k \tag{10}$$

En el análisis de la red por medio del método de cinco pasos de la ecuación (9), cualquier nodo puede ser el compensador, los nodos de voltaje controlado son tratados como nodos de carga y se ajusta su voltaje una vez calculado. El método descrito por las ecuaciones (9) se aplica a cada nodo del sistema de potencia, como puede observarse en las ecuaciones (4) y (10), únicamente se utiliza la matriz de admitancias, los voltajes y de la potencia real y neta ( $S_{gi}-S_{ci}$ ). No es necesaria la formación de la matriz jacobiana que utilizan los métodos de Newton descritos anteriormente. Las ecuaciones (9) son de código sencillo, es decir, no requieren de una programación complicada, simplemente se genera la ecuación no lineal (4) y su derivada representada por la ecuación (10). La ecuación (11) describe como se calcula el voltaje  $V_i$  en el último paso de la iteración  $k$ .

$$V_{i(p5)}^k = V_{i(p4)}^k - \left[ \frac{7 * f_i(V_{1(p4)}^k, V_{2(p4)}^k, \dots, V_{n(p4)}^k)}{8 * \frac{\partial}{\partial V_{i(p1)}^k} (* f_i(V_{1(p1)}^k, V_{2(p1)}^k, \dots, V_{n(p1)}^k)) + 5 * \frac{\partial}{\partial V_{i(p1)}^k} (* f_i(V_{1(p4)}^k, V_{2(p4)}^k, \dots, V_{n(p4)}^k))} \right] \alpha_2 \tag{11}$$

### Resultados

Se desarrolló un programa en FORTRAN con el software libre FORCE2 en una computadora de 8 Gb en RAM y procesador i7-230QM, aplicado a tres sistemas de prueba para calcular el voltaje en cada nodo de la red y el flujo de potencia real y reactiva en las líneas de transmisión. Para el sistema de cinco nodos y siete enlaces son mostrados en la figura 1 (Saadat, 2004).

Los resultados obtenidos en la iteración 4 son los mostrados en el cuadro 1.

Nodo	V (pu) pu	f(v)
1	1.0600L 0	0
2	1.0450L -1.782	0.0026-0.0098i
3	1.0300L -2.66	0.0048-0.0025i
4	1.0186L -3.243	-0.0041-0.0014i
5	0.9901L -4.404	0.0008+0.0007i

Cuadro 1. Voltajes del sistema de cinco nodos y su ángulo

El flujo de la potencia real y reactiva entre los nodos  $i j$  y los nodos  $j i$  es mostrado en el cuadro 2.

i	j	$S_{ij}$ (MVA)	j	i	$S_{ji}$ (MVA)
1	2	59.8974 +4.0563i	2	1	-59.2489 -8.7579i
1	3	23.1518 +3.2155i	3	1	-22.7444 -7.4543i
2	3	10.9142 +2.9572i	3	2	-10.8343 -7.0232i
2	4	18.2180 +7.2440i	4	2	-17.9868 -10.8103i
2	5	50.1206+30.3680i	5	2	-48.8252-29.5903i
3	4	43.5783+23.6267i	4	3	-43.3418-25.0159i
4	5	11.3276 +5.8261i	5	4	-11.1740-10.4100i

Cuadro 2. Potencia eléctrica entre los nodos  $i a j$  y los nodos  $j a i$

El comportamiento de la magnitud de los voltajes y de la magnitud de la función representada por la ecuación (4), son importantes en el proceso iterativo. En la figura 2, se muestra el comportamiento de la magnitud de los voltajes y la magnitud de las funciones  $f(V_2)$ ,  $f(V_3)$ ,  $f(V_4)$  y  $f(V_5)$  con respecto al número de iteraciones considerando en la simulación una tolerancia de 0.0001.

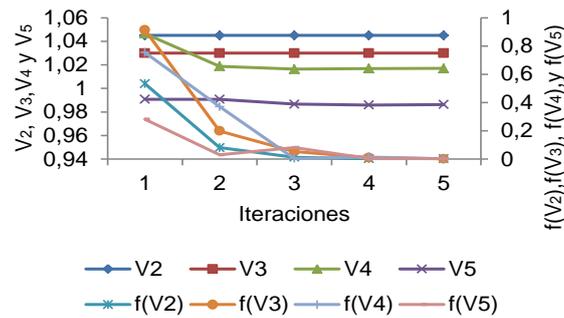


Figura 2. Magnitud de los voltajes y magnitud de las funciones para el sistema de la figura 1

En la figura 2 se observa que los voltajes de los nodos 2 y 3 se mantienen constantes, no así las funciones  $f(V_2)$  y  $f(V_3)$ . En la iteración tres se podría considerar como el fin del proceso iterativo, sin embargo no todas las funciones  $f(V_i)$  cumplen con la tolerancia establecida. Por razones de espacio el sistema IEEE de treinta nodos se omitió (washington.edu). El sistema 30 es de dominio público, sus datos se encuentran en la referencia ya citada y son tomados para llevar a cabo la simulación con el método representado por las ecuaciones (9) y analizar su comportamiento con respecto al factor de aceleración  $\alpha_1$  considerando constante  $\alpha_2$ . En la figura 4 se muestra la magnitud en valores por unidad (pu) los voltajes en los nodos 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 cuando el factor de aceleración  $\alpha_1$  es igual a 1 y la tolerancia de 0.001.

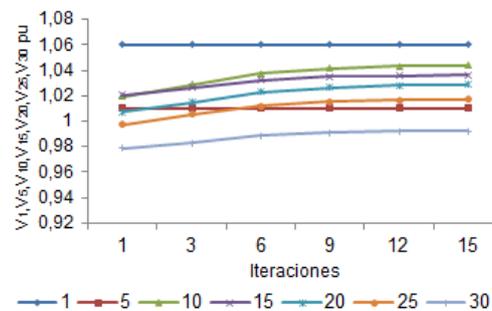


Figura 4. Magnitud de los voltajes 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 del sistema de IEEE de 30 nodos

Si el valor de las funciones  $f(V_i)$  se considera para terminar el ciclo iterativo, en la figura 5 se muestra la magnitud de ellas para los nodos 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30.

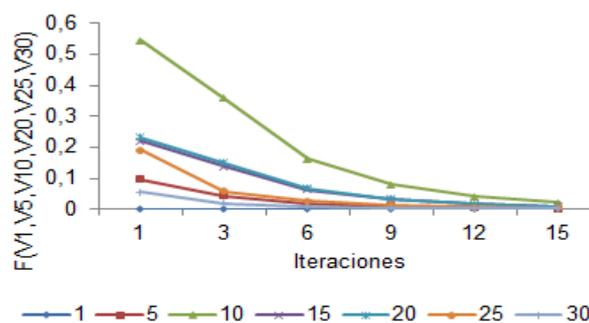


Figura 5. Magnitud de las funciones  $f(V_i)$ , para los nodos 1, 5, 10, 15, 20, 25, y 30 del sistema de IEEE de 30 nodos

Para comparar los valores calculados con el método propuesto, en la figura 6 se muestra la magnitud de los voltajes que reporta la referencia (washington.edu) con los obtenidos al considerar los factores de aceleración para  $\alpha_1=2.4$  y  $\alpha_2=1$  con tolerancias  $mtol1$  igual a 0.001 y  $mtol2$  igual a 0.0001. Los nodos considerados en la figura son; 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30, en la misma figura se incluyen las funciones  $f(V_i)$ . Los valores de IEEE30 corresponden a los reportados en (washington.edu).

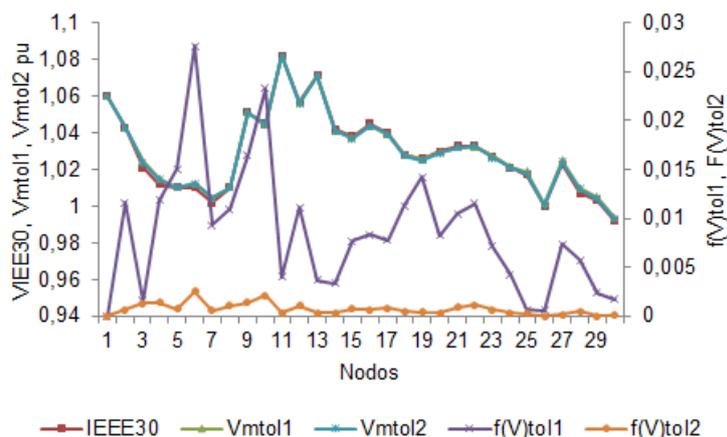


Figura 6. Magnitud de los voltajes para  $\alpha_1=2.4$  y  $\alpha_2=1$  para el sistema de IEEE de 30 nodos

En el cuadro 5 se muestra el número de iteraciones cuando el valor de  $\alpha_1$  varía de 1 a 2.6 para las tolerancias mtol1 y mtol2 y los tiempos de ejecución para cada tolerancia.

$\alpha_1$	1.0	1.5	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	Tiempo(ms)
Itemtol1	15	12	10	9	8	7	6	5	6	15.6 a 46.8
itemtol2	26	21	17	15	13	12	11	9	11	15.6 a 93.6

Cuadro 5. Iteraciones y tiempo de ejecución para valores del factor de aceleración  $\alpha_1$

El tiempo de ejecución en el sistema de treinta nodos varía debido a la actividad que desarrolla el procesador cuando se ejecuta el programa, del cuadro 5, se observa que para la tolerancia de 0.001 oscila entre 15.6 y 46.8 milisegundos, para la tolerancia de 0.0001 el tiempo de ejecución se encuentra entre 15.6 y 93.6 milisegundos.

### Comentarios finales

#### Resumen de resultados

El método de cinco pasos propuesto en este trabajo se ha desarrollado con el propósito de evitar la formación de la matriz de derivadas parciales de las potencias P y Q con respecto a cualquiera de sus componentes. En su lugar se utilizan las derivadas parciales de la función de potencia  $f(V_i)$  con respecto al voltaje de cada nodo. Esto implica resolver únicamente  $N-1$  ecuaciones no lineales sin tener que formar una matriz de tamaño  $(2N_{pq}+N_{pv}-1)$ . La simulación del programa en sistemas pequeños tarda de 5 a 10 iteraciones por mucho, esto depende del factor de aceleración y de la tolerancia como se muestra en el cuadro 3. El flujo de potencia es una consecuencia del cálculo de los voltajes en cada nodo, el objetivo de la solución de las ecuaciones no lineales se centra completamente en la solución de las funciones no lineales de potencia  $f(V_i)$ . Los factores de aceleración ven reflejada su influencia en las funciones o ecuaciones no lineales  $f(V_i)$  como se observa en la figura 2 para el sistema de cinco nodos. Para el sistema de treinta nodos los factores de aceleración son aún más importantes debido a que reducen iteraciones y tiempo de ejecución. La figura 4 y la figura 5, muestran el comportamiento de la magnitud de voltajes seleccionados y la convergencia de la magnitud de la función de potencia. La figura 6 es posiblemente la más importante, en ella se observan las diferencias y semejanzas gráficas entre los resultados obtenidos con el método utilizado en este trabajo y los reportados, el error máximo en el que se incurre el del 0.29%. Los datos de flujos de potencia para el sistema de treinta nodos por falta de espacio no son incluidos.

#### Conclusiones

La formulación del método aplicado para el cálculo de los voltajes de un sistema eléctrico de potencia se considera de código simple, esto es debido a que implica calcular con operaciones elementales la función  $f(V_i)$  de cada nodo con su derivada para incluirlas en un proceso iterativo que en realidad es corto para el sistema de treinta nodos. Otra ventaja que tiene el método utilizado es que únicamente se resuelven  $N-1$  ecuaciones no lineales y los nodos de voltaje controlado se tratan de manera similar a un nodo de carga. Una desventaja que puede asociarse al método propuesto es que requiere un mayor número de iteraciones en relación con el método matricial, sin embargo su formulación no es complicada y puede modelar sistemas de mayor tamaño. El error en el que se incurre es pequeño y en opinión de los autores se considera como una alternativa más al cálculo de flujos de potencia.

## Referencias

- Göran Andersson, Power System Analysis, Power Flow Analysis, Fault Analysis, Power System Dynamics, and Stability, EEH - Power Systems Laboratory ETH Zürich, September 2012
- Hale H. V. and R. W. Goodrich, Digital Computation of Power Flow-Some New Aspects, Trans. AIEE (Power Apparatus and Systems), vol. 78A, p. 919, 1959.
- Hayt, William H. Jr., Jack E. Kemmerly, Steven M. Durbin, Análisis De Circuitos En Ingeniería octava edición, 2012  
<http://www.ee.washington.edu/research/pstca/>
- Jizhong Zhu. "Optimization of Power System Operation", John Wiley and Sons, 2009
- Mehdi Salimi N. M. A. Nik Long, Somayah Sharifi Bruno Antonio Pansera, A multi-point iterative method for solving nonlinear equations with optimal order of convergence, Japan J. Indust. Appl. Math. <https://doi.org/10.1007/s13160-017-0294-4>, 2018
- Pissanetzky, Sergio, Sparse Matrix Technology, 1st Edition, ISBN: 9781483270401, Academic Press, 1984
- Rasha J. Mitlif, New Iterative Method for Solving Nonlinear Equations, Baghdad, Science Journal Vol.11(4)2014
- Stott, B., and ALSAC, O., Fast Decoupled Load Flow, IEEE, Trans., PAS-93, pp. 859-869 , 1974
- Stagg Glenn and Ahmed H. El-Abiad, Computer Methods in Power System Analysis, 270-276, McGraw Hill, 1968
- Sereeter B., C. Vuik, and C. Witteveen , On a comparison of Newton-Raphson solvers for power flow problems ISSN 1389-6520 Reports of the Delft Institute of Applied Mathematics, Delft University Of Technology Report 17-07, Delft 2017
- Tewarson R., Sparse Matrices, 72-75, Academic Press, New York, NY, 1973
- Steven C. Chapra, Raymond P. Canale, Métodos numéricos para ingenieros, McGraw-Hill, 2015
- Saadat H. , "Power Systems Analysis", 2a edition, 2004.
- Villafuerte Díaz R., Rubén A. Villafuerte Salcedo, Edgar Mejía Sánchez, Jesús Medina Cervantes, Métodos Numéricos En El Proceso Enseñanza-Aprendizaje De Flujos De Potencia, Revista Internacional de la Educación en Ingeniería, Vol. 5, No. 1, 2012, 45-53 ISSN 1940-1116. AcademiaJournals.com
- Villafuerte Díaz. R, Rubén A. Villafuerte Salcedo, Jesús Medina C., Edgar Mejía S. "Multi-Step Methods Applied to Nonlinear Equations of Power Networks", Scientific & Academic Publishing, Electrical and Electronic Engineering 2013, 3(5):128-132.  
DOI:10.593/j.eee.20140401.01

## Notas Biográficas

Rubén Villafuerte Díaz es ingeniero industrial electricista, egresado del Instituto Tecnológico de Morelia en 1979. Realizo estudios de maestría en y doctorado en el área de ingeniería eléctrica en el Instituto Politécnico Nacional, recibiendo los grados correspondientes en 1988, y 1993, respectivamente. Actualmente es profesor de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería, Campus Ixtaczoquitlán, Ver., de la Universidad Veracruzana. [rubenv46@yahoo.com.mx](mailto:rubenv46@yahoo.com.mx)

Jesús Medina Cervantes tiene la licenciatura en ingeniería mecánica, en el Instituto Tecnológico de Orizaba en el año 2000, en el año 2002, obtiene la maestría en ingeniería mecánica en el Cenidet. Actualmente es profesor de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería de Ciudad Mendoza Veracruz, México, de la Universidad Veracruzana. [jemedina@uv.mx](mailto:jemedina@uv.mx).

Victorino Juárez Rivera tiene la licenciatura en ingeniería industrial con especialidad en manufactura, maestría en ciencias en ingeniería mecánica y doctorado en educación. Actualmente es el coordinador de la carrera de ingeniería industrial Campus Ixtaczoquitlán, Ver., de la Universidad Veracruzana. [vjuarez@uv.mx](mailto:vjuarez@uv.mx).

Erika Barojas Payán tiene doctorado en Logística y Gestión de la cadena de suministro. Actualmente, es profesora del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial de ingeniería industrial Campus Ixtaczoquitlán, Ver., de la universidad veracruzana. Sus áreas de interés son la reducción del riesgo de desastres, la logística humanitaria, la investigación operativa, el estudio del trabajo, entre otros. Colaborador, cuerpo académico: ingeniería aplicada. [ebarojas@uv.mx](mailto:ebarojas@uv.mx)

# Comparativa entre los estándares de compresión de vídeo HEVC y AVC

Ing. Ricardo Villagómez Escobar<sup>1</sup>, Dr. Arturo Méndez Patiño<sup>2</sup>, Dr. Ismael Molina Moreno<sup>3</sup>, M.C. María del Carmen García Ramírez<sup>4</sup>, Dr. Enrique Reyes Archundia<sup>5</sup>, Dr. José Antonio Gutiérrez Gnechchi<sup>6</sup>

**Resumen**—HEVC es uno de los estándares de compresión de vídeo más actuales, creado para mejorar el desempeño del estándar AVC al conseguir una calidad visual subjetiva similar utilizando 50% menos tasa de bits (bitrate). El estándar HEVC fue diseñado para comprimir vídeo de resoluciones mayores a las soportadas por su predecesor (AVC), reducir el espacio necesario para almacenar un vídeo, aprovechar el procesamiento paralelo que ofrecen los procesadores actuales en la mayoría de dispositivos, solventar la creciente demanda de tráfico de vídeo en la red. En este artículo se hace una breve descripción de la estructura que da forma al estándar AVC y las principales mejoras y adiciones que hacen de HEVC un estándar más eficiente, pero que conlleva un algoritmo de mayor complejidad y costo computacional.

**Palabras clave**—Vídeo, HEVC, AVC, H264, Códec.

## Introducción

El crecimiento de la tecnología multimedia en las décadas pasadas ha demandado el incremento del uso de información digital (Kalyani, Omnath, Priyadarshani, Srinath, y Rajaram, 2015). En las dos últimas décadas el consumidor ha impulsado la evolución de diferentes aplicaciones que requieren vídeo digital de alta calidad. Para dichas aplicaciones la transmisión y almacenamiento de grandes cantidades de información de vídeo se ha vuelto esencial (Frojd, Norkin, y Sjoberg, 2013). Las estadísticas muestran que el 50% del tráfico actual en las redes consisten en datos de vídeo y este porcentaje está previsto que llegue al 90% en los próximos años (Frojd et al., 2013). El tráfico de vídeo en las redes móviles correspondía a un 60% en el año 2018 y para el año 2024 se espera que llegue a ser tres cuartas partes del tráfico de datos móviles (Ericsson, 2019). Según Cisco el tráfico de vídeo llegará a ocupar el 82% del tráfico total de redes en 2022 (*Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022 White Paper - Cisco*, s.f.). Por esto la compresión de vídeo es necesaria para solucionar los problemas de almacenamiento y transmisión de vídeo. El ancho de banda disponible no es suficiente para transmitir vídeos en tiempo real sin comprimir, así la compresión hace un uso más eficiente del ancho de banda al enviar vídeos de alta resolución comprimidos en bajas tasas de datos en las redes (Mohamed et al., 2018).

Al comienzo, el desarrollo de los estándares de codificación de vídeo eran dirigidos por dos organizaciones distintas, la International Telecommunication Union - Telecommunication, Standardization Sector (ITU-T) y la International Standardization Organization/International Electro-technical Commission (ISO/IEC). Pero en tiempos recientes han colaborado entre sí para la creación del Advanced Video Coding (AVC) y High Efficiency Video Coding (HEVC) (Wien, 2015).

## Descripción del Método

### *Codificación de vídeo.*

La compresión de vídeo puede ser vista como una compresión de imágenes pero añadiendo un componente temporal, dado que un vídeo es una secuencia de imágenes (Sayood, 2018).

Una imagen digital o un cuadro de vídeo digital comúnmente está formado por tres arreglos rectangulares de muestras de valores enteros, un arreglo para cada uno de los tres componentes de color que forman la imagen. Usualmente se usa la representación Y, Cb y Cr. El componente Y es llamado luma y representa el brillo. Los componentes Cb y Cr conforman el croma y representan como el color gris va azul y rojo respectivamente (Sullivan y Wiegand, 2005).

### *H.264.*

Las organizaciones internacionales ITU-T e ISO/IEC deciden unirse en 2001 para formar el JVT (Joint Video Team) con el objetivo mejorar el desempeño de los códecs de vídeo, especialmente para aplicaciones donde

1 Tecnológico Nacional de México campus Morelia. [rivies@outlook.com](mailto:rivies@outlook.com)

2 Tecnológico Nacional de México campus Morelia. [ampatino@itmorelia.edu.mx](mailto:ampatino@itmorelia.edu.mx)

3 Tecnológico Nacional de México campus Morelia. [imolina@itmorelia.edu.mx](mailto:imolina@itmorelia.edu.mx)

4 Tecnológico Nacional de México campus Morelia. [carmeng@itmorelia.edu.mx](mailto:carmeng@itmorelia.edu.mx)

5 Tecnológico Nacional de México campus Morelia. [ereyes@itmorelia.edu.mx](mailto:ereyes@itmorelia.edu.mx)

6 Tecnológico Nacional de México campus Morelia. [angugi98@netscape.net](mailto:angugi98@netscape.net)

se tiene un ancho de banda o almacenamiento limitados. Hasta entonces no había un estándar de codificación que fuera capaz de trabajar a tasas de bits variables y al mismo tiempo cubrir los requerimientos de calidad (Tamhankar y Rao, 2003). El estándar AVC o también llamado H.264/MPEG-4 part 10 fue desarrollado con el objetivo de codificar secuencias de vídeo con la mitad de tasa de bits que el MPEG-2 conservando la misma calidad (Wiegand, Sullivan, Bjøntegaard, y Luthra, 2003).

AVC tiene varias aplicaciones como: transmisión de vídeo, VoD (Video on Demand), vídeo conferencias, almacenamiento en dispositivos magnéticos y ópticos, mensajes multimedia (Kwon, Tamhankar, y Rao, 2006; Wiegand et al., 2003). Ha sido adoptado por un gran número de compañías y productos como Xbox, Playstation, macOS, Windows, virtualmente todos los teléfonos inteligentes, así como los discos Blu-Ray (Beach y Owen, 2018). Es soportado por los formatos contenedores de vídeo como MOV y MP4 (Salvaggio y Shagam, 2019).

#### *Codificación de vídeo híbrida.*

La mayoría de los estándares de compresión de vídeo, incluido AVC están basados en la *codificación de vídeo híbrida*, lo que quiere decir que el vídeo es comprimido usando un híbrido de compensación de movimiento y transformación, estas técnicas comprimen la información del vídeo al reducir las redundancias inherentes al vídeo, las cuales se pueden clasificar en cuatro tipos: Espacial, temporal, perceptual y estadística.

Los estándares de decodificación de vídeo normalizan el proceso de decodificación mas no el proceso de codificación (Dominguez, Villegas, Sanchez, Casas, y Rao, 2014).

#### *Decodificador de entropía.*

AVC tiene dos alternativas para la codificación de entropía. El método CAVLC (Context-based Adaptive Variable Length Coding) y CABAC (Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding). CABAC es más complejo que CAVLC pero tiene mejor eficiencia (Sullivan y Wiegand, 2005). Todos los elementos de sintaxis son codificados por los códigos Exp-Golomb, excepto la información residual. Para leer la información residual (Coeficientes de transformación cuantificados), se utiliza escaneo alternado o escaneo en zig-zag. Para codificar la información residual se hace uso del método CAVLC (Kwon et al., 2006).

#### *CAVLC.*

Después de la transformación y cuantificación, la probabilidad de los coeficientes que son cero o  $\pm 1$  es muy alta (Kwon et al., 2006). En CAVLC el número de coeficientes cuantificados distintos a cero y el tamaño y posición de los coeficientes son codificados por separado. Después del escaneo en zig-zag de los coeficientes de transformación, su distribución estadística normalmente tiene valores grandes para la parte de baja frecuencia disminuyendo a valores pequeños para la parte de alta frecuencia (Wiegand et al., 2003).

#### *CABAC.*

CABAC utiliza codificación aritmética para lograr un buen nivel de compresión. El proceso de codificación CABAC consta de tres elementos principales:

- Binarización.
- Modelado contextual.
- Codificación aritmética binaria.

Involucra la construcción de modelos contextuales para predecir el símbolo actual bajo consideración. Los símbolos no binarios son convertidos a binario usando decisiones binarias llamadas bins y estas son codificadas usando codificación de aritmética binaria (Tamhankar y Rao, 2003).

#### *Predicción Intra-Imagen.*

Es mencionado como Intra-Predicción. Únicamente utiliza *codificación por transformación* y los bloques vecinos del mismo cuadro para predecir los valores del bloque. La Intra-Predicción es realizada en bloques de luma de 16x16 y 4x4.

La Intra-Predicción para bloques de croma sólo soporta un modo, un macrobloque de 8x8 contiene 4 bloques de 4x4 (Tamhankar y Rao, 2003).

#### *Predicción Inter-Imagen.*

Sirve para reducir la correlación temporal con la ayuda de estimación y compensación de movimiento. En AVC una imagen puede ser dividida en macrobloques de 16x16 muestras de luma, que puede ser dividida en bloques más pequeños: 16x16, 16x8, 8x16 y 8x8. En modo 8x8 también se tienen cuatro casos: 8x8, 8x4, 4x8 y 4x4. La elección del tamaño de la partición depende de las características del vídeo. Las particiones grandes son ideales

para áreas homogéneas del cuadro de vídeo, mientras las particiones pequeñas son buenas para las zonas detalladas (Kwon et al., 2006). Para las muestras de luma se usa una precisión de un cuarto de píxel para el vector de movimiento. Primero se generan las muestras de medio píxel interpolando las muestras de píxeles vecinos y usando un filtro FIR de 6to orden, cuando se tienen disponibles los medios píxeles se generan los cuartos de píxel usando una interpolación bilinear. El proceso de la Inter-Predicción involucra la selección de las imágenes usadas como referencia de las imágenes almacenadas y previamente decodificadas. Las imágenes de referencia son almacenadas en un búfer de imágenes para extender el rango de búsqueda de movimiento. Las imágenes almacenadas que no son usadas se eliminan del búfer para tener un manejo eficiente de la memoria.

#### *Codificación por transformación.*

La transformada discreta de coseno (DCT) ha sido usada en muchos estándares de codificación de imágenes y vídeo. AVC usa la codificación por transformación para las señales de error de predicción (Atitallah, Loukil, y Masmoudi, 2011). Emplea una transformada de enteros llamada Transformada Entera de Coseno (ICT) de 4x4 u 8x8 en lugar de la DCT de 8x8 que usualmente se usa en muchos estándares de codificación de vídeo. La ICT está diseñada para que involucre únicamente sumas y corrimientos, para evitar discrepancia entre la transformada directa e inversa (Dominguez et al., 2014).

La transformación es un proceso que consiste en formar un nuevo conjunto de muestras provenientes de una combinación de muestras de entrada, comúnmente usando una combinación lineal. En otras palabras, una transformación puede evitar el tener que representar repetidamente valores similares y puede capturar la esencia de una señal usando un análisis en frecuencia espacial (Sullivan y Wiegand, 2005).

#### *Cuantificación.*

La cuantificación es un proceso mediante el cual la precisión usada para representar el valor de una muestra es reducida con el propósito de minimizar la cantidad de información necesaria para codificar la representación del valor (Sullivan y Wiegand, 2005).

#### *Filtro de desbloqueo.*

En la codificación basada en bloques se produce un efecto indeseado, en el que son visibles las estructuras de los macrobloques. Los bordes de los bloques son reconstruidos con menos precisión que los píxeles interiores, por esto el estándar AVC define un filtro de desbloqueo en bucle, donde la magnitud del filtro es controlado por varios elementos de la sintaxis. El efecto entre bloques es reducido mientras la nitidez del contenido permanece sin cambios (Wiegand et al., 2003; Kwon et al., 2006). El filtro de desbloqueo forma parte obligatoria del estándar (Tamhankar y Rao, 2003).

#### *Características amigables con la red.*

El estándar AVC está diseñado para soportar muchos tipos de aplicaciones, entre las cuales se incluyen las redes y aplicaciones con bajas tasas de bits. Al contar con VCL (Video Coding Layer) y NAL (Network Abstraction Layer), se separa la codificación de vídeo y la entrega en red. VCL se enfoca en una compresión de vídeo eficiente mientras que los formatos NAL codifican la información para ser transportada en varios tipos de redes. La capa NAL usa una estructura genérica llamada paquete NAL, que cuenta con una sintaxis que identifica los elementos de sintaxis de VCL de alto nivel (Dominguez et al., 2014).

#### *H.265.*

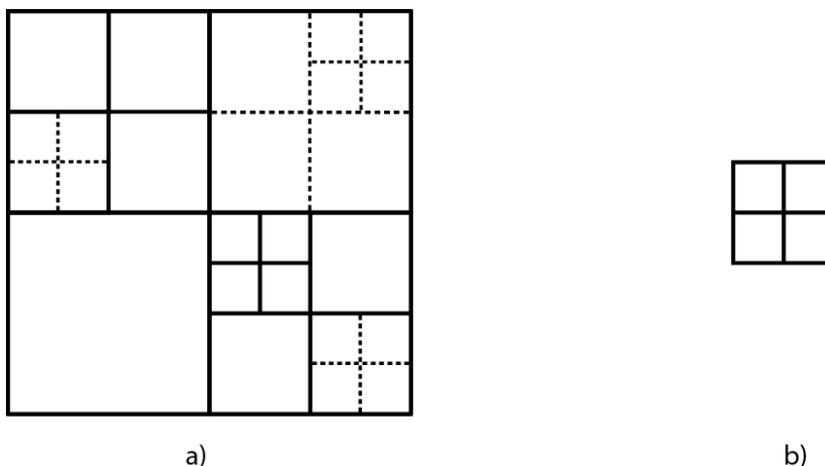
HEVC (High Efficiency Video Coding) o también llamado H.265 y MPEG-H Part 2, es un estándar desarrollado entre MPEG y VCEG como sucesor del estándar AVC. Es un proyecto de estandarización de codificación de vídeo, la primer versión del estándar fue finalizada en Abril de 2013, la segunda versión incluye RExt (Format Range Extensions), SHVC (Scalable HEVC) y MV-HEVC fue finalizada en Octubre de 2014, la tercer versión de HEVC que incluía la extensión 3D-HEVC fue finalizada en Febrero de 2015 (Yakaiah, Jakkana, Paramkusam, y Manisha, 2017). Los estándares de compresión de vídeo anteriores pueden reducir el tamaño del vídeo en crudo por un factor mayor a 100 (111.68 en promedio para varias secuencias) sin una notable reducción de calidad visual (Ram y Panwar, 2018). Ahora imagine con un códec que es el doble de eficiente que el AVC, esa fue la meta que se pusieron MPEG e ITU en 2010 y que tres años más tarde entregó el estándar HEVC.

El códec HEVC ofrece un nivel de compresión mucho más eficiente que AVC, aunque está específicamente diseñado para transmisiones de vídeo de más altas resoluciones, donde se tienen ahorros de ancho de banda de hasta un 50 por ciento (Frojdth et al., 2013). Comparando con AVC entrega una compresión de

información al doble con el mismo nivel de calidad, o mucha mejor calidad al mismo nivel de tasa de bits, soporta resoluciones de hasta 8192x4320, incluyendo 8K UHD (Beach y Owen, 2018).

#### Unidad de árbol de codificación.

Una de las nuevas características de HEVC es la estructura de árbol cuaternario. En lugar de usar macrobloques de tamaño fijo como en AVC, se usan las unidades de árbol codificación (CTUs). CTU se conforma por bloques de árbol de codificación (CTB) de luma y croma, además de sintaxis. Los CTBs pueden tener tamaños de 16x16, 32x32 y 64x64 (Zach y Slanina, 2014). La sintaxis del CTU especifica el tamaño y posición para los bloques de codificación (CBs) luma y croma. El máximo tamaño de un CB luma es el de un CTB luma. Un CB luma y dos CBs croma con su sintaxis forman una unidad de codificación (CU). Un CTB puede tener una única CU o varias, y cada CU se conforma de unidades de predicción (PUs) y un árbol de unidades de transformación (TUs)(Sullivan, Ohm, Han, y Wiegand, 2012). Cada CU contiene una o más particiones de predicción, que son predichas independientemente una de otra. Los CUs también son asociados con un árbol cuaternario de transformación que comprime la predicción residual y su estructura es similar a la de un CTU. Las particiones para la predicción de movimiento pueden tener forma de cuadro o rectángulo al igual que estándares anteriores. También se soporta la partición de movimiento asimétrico que puede dividir un CU en unidades de predicción (PU) con altura y ancho desiguales. El tamaño de los bloques de predicción (PB) puede ir de 4x4 hasta 64x64, mientras que los bloques de transformación (TB) van de 4x4 a 32x32 muestras. La manera más eficiente de codificar grandes áreas lisas es tener grandes tamaños de PB y TB, mientras que áreas que contienen detalles finos se usan tamaños de PB y TB más pequeños (Frojdh et al., 2013).



a) División de un CTB en CB (Línea sólida) y TB (Líneas punteadas)  
b) División de un macrobloque en sub-bloques.

#### Predicción Intra-Imagen.

Los bordes de bloques adyacentes son usados como referencia para la predicción espacial en regiones donde la Inter-Predicción no se ha realizado. En HEVC la Intra-Predicción cuenta con 33 modos direccionales (predicción angular) (AVC cuenta con ocho), además de un modo planar y un modo DC (Sullivan et al., 2012). La predicción angular tiene una alta fidelidad en la predicción de objetos con estructuras direccionales, mientras que la planar y DC son buenas para áreas lisas en la imagen (Sze, Budagavi, y Editors, s.f.) El modo de Intra-Predicción es seleccionado de acuerdo a los PBs colindantes previamente codificados (Yakaiah et al., 2017).

#### SAO.

Además de usar el filtro de desbloqueo al igual que el estándar AVC, HEVC incluye filtro de desplazamiento adaptativo de muestra (SAO) dentro del bucle de compensación de movimiento (Ohm, Sullivan, Schwarz, Tan, y Wiegand, 2012). La finalidad de SAO es reconstruir de una mejor manera las amplitudes de la señal original al usar una tabla que es descrita por algunos parámetros adicionales que pueden ser determinados por un análisis de histograma (Sullivan et al., 2012).

### Procesamiento paralelo.

Dado que los procesadores de teléfonos inteligentes y tabletas son multi-núcleos, se usa esta ventaja para aprovechar el procesamiento paralelo para lograr una compresión más eficiente (Frojd et al., 2013). HEVC utiliza CABAC para la codificación de entropía, esto es muy similar al CABAC que se usa en AVC aunque tiene mejoras para aumentar su velocidad a través de arquitecturas de procesamiento paralelo (Sullivan et al., 2012).

En HEVC se han añadido algunas herramientas que facilitan alcanzar un alto nivel de procesamiento paralelo, WPP (Procesamiento paralelo de frente de onda) y *Tiles* (Chi, Alvarez-Mesa, Lucas, Juurlink, y Schierl, 2013). La idea de WPP es reiniciar CABAC al inicio de cada línea de CTUs. Para facilitar la adaptación de CABAC al contenido del cuadro de vídeo se comienza con la siguiente línea de CTUs cuando el segundo CTU de la columna anterior está disponible. Esto hace posible que varias columnas sean decodificadas en paralelo con un retraso de dos CTUs entre columnas consecutivas. Los *Tiles* son áreas rectangulares en las que es dividida una imagen y se pueden codificar y decodificar de forma paralela dado que son independientes uno de otro. Están formados por un número entero de CTUs (Sze et al., s.f.).

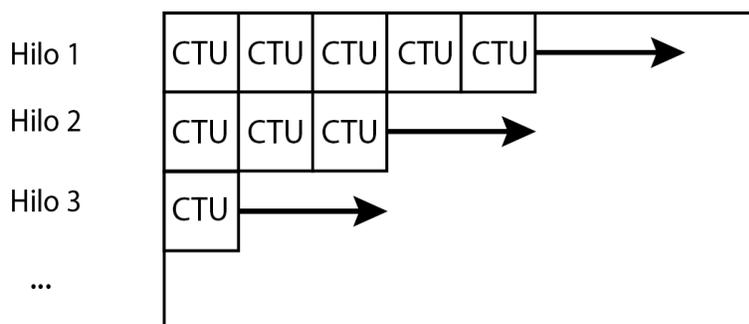


Figura 2 Ilustración del procesamiento paralelo de frente de onda.

### Comentarios Finales

#### Conclusiones.

El estándar de codificación de vídeo AVC es uno de los estándares de codificación de vídeo más populares y se encuentra presente en una gran cantidad de dispositivos y aplicaciones como la transmisión de vídeo en la red. HEVC es el estándar más actual que ha surgido entre la asociación de ITU-T e ISO/IEC, al permitir obtener la misma calidad visual percibida con que AVC con la mitad de tasa de bits, aumenta la capacidad de la red para la transmisión de vídeo en calidades más altas. El aumento de complejidad del estándar respecto a su predecesor ocasiona que HEVC tenga un costo computacional mucho más alto, esto no ha permitido que el estándar sea adoptado por completo, sin embargo con el aumento de potencia que se va teniendo en la mayoría de dispositivos, el uso de este estándar puede ganar mucha más popularidad, debido a que está diseñado para ejecutarse de una manera más eficiente en dispositivos con capacidad de procesamiento paralelo (procesadores multi-núcleo, GPUs, FPGAs).

### Referencias

- Atitallah, A. B., Loukil, H., y Masmoudi, N. (2011, oct). FPGA DESIGN FOR H.264/AVC ENCODER. Descargado de <https://zenodo.org/record/1254922> doi: 10.5281/ZENODO.1254922
- Beach, A., y Owen, A. (2018). *Video compression handbook*. Pearson Education. Descargado de <https://learning.oreilly.com/library/view/video-compressionhandbook/9780134846736/>
- Chi, C. C., Alvarez-Mesa, M., Lucas, J., Juurlink, B., y Schierl, T. (2013). Parallel HEVC decoding on multi- and many-core architectures: A power and performance analysis. *Journal of Signal Processing Systems*, 71(3), 247–260. doi: 10.1007/s11265-012-0714-2
- Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022 White Paper - Cisco. (s.f.). Descargado 2020-02-16, de [https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visualnetworking-index-vni/white-paper-c11-741490.html#\\_Toc532256810](https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visualnetworking-index-vni/white-paper-c11-741490.html#_Toc532256810)
- Dominguez, H. D. J. O., Villegas, O. O. V., Sanchez, V. G. C., Casas, E. D. G., y Rao, K. R. (2014). The H.264 video coding standard. *IEEE Potentials*, 33(2), 32–38. doi:10.1109/MPOT.2013.2284525
- Ericsson. (2019). Ericsson Mobility Report (June 2019). *Ericsson White Paper*(June), 36. Descargado de [www.ericsson.com/mobility-report](http://www.ericsson.com/mobility-report)

- Frojd, P., Norkin, A., y Sjoberg, R. (2013). Next Generation Video Compression. *Ericson Review*, 6, 1–8.
- Kalyani, K., Omnath, P. P., Priyadarshani, K., Srinath, S., y Rajaram, S. (2015). FPGA implementation of fully parallel distributed arithmetic based DCT architecture. *ICIIECS 2015 - 2015 IEEE International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems*, 2–6. doi: 10.1109/ICIIECS.2015.7193173
- Kwon, S. K., Tamhankar, A., y Rao, K. R. (2006). Overview of H.264/MPEG-4 part 10. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 17 (2), 186–216. doi: 10.1016/j.jvcir.2005.05.010
- Mohamed, B., Elsayed, A., Amin, O., Khafagy, E., Abdelrasoul, M., Shalaby, A., y Sayed, M. S. (2018). High-level synthesis hardware implementation and verification of HEVC DCT on SoC-FPGA. *ICENCO 2017 - 13th International Computer Engineering Conference: Boundless Smart Societies, 2018-Janua*, 361–365. doi: 10.1109/ICENCO.2017.82898156
- Ohm, J. R., Sullivan, G. J., Schwarz, H., Tan, T. K., y Wiegand, T. (2012). Comparison of the coding efficiency of video coding standards-including high efficiency video coding (HEVC). *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 22(12), 1669–1684. doi:10.1109/TCSVT.2012.2221192
- Ram, C., y Panwar, S. (2018). Performance comparison of high efficiency video coding (HEVC) with H.264 AVC. *Proceedings - 13th International Conference on Signal-Image Technology and Internet-Based Systems, SITIS 2017 , 2018-Janua*, 303–310. doi:10.1109/SITIS.2017.58
- Salvaggio, N. L., y Shagam, J. (2019). *Basic Photographic Materials and Processes*. Routledge. doi: 10.4324/9781315181097
- Sayood, K., y Sayood, K. (2018). *Chapter 19 – Video Compression*. doi: 10.1016/B978-0-12-809474-7.00019-7
- Sullivan, G. J., Ohm, J. R., Han, W. J., y Wiegand, T. (2012). Overview of the high efficiency video coding (HEVC) standard. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 22(12), 1649–1668. doi: 10.1109/TCSVT.2012.2221191
- Sullivan, G. J., y Wiegand, T. (2005). Video compression-from concepts to the H.264/AVC standard. *Proceedings of the IEEE*, 93(1), 18–31. doi: 10.1109/JPROC.2004.839617
- Sze, V., Budagavi, M., y Editors, G. J. S. (s.f.). *Integrated Circuits and Systems High EE ciencia Video Coding (HEVC)*.
- Tamhankar, A., y Rao, K. R. (2003). An overview of H.264/MPEG-4 Part 10. *Proceedings EC-VIP-MC 2003 - 4th EURASIP Conference Focused on Video / Image Processing and Multimedia Communications, 1(October 2002)*, 1–51. doi: 10.1109/VIPMC.2003.1220437
- Wiegand, T., Sullivan, G. J., Bjøntegaard, G., y Luthra, A. (2003). Overview of the H.264/AVC video coding standard. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 13(7), 560–576. doi: 10.1109/TCSVT.2003.815165
- Wien, M. (2015). *High Efficiency Video Coding*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Descargado de <http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-44276-0> doi: 10.1007/978-3-662-44276-0
- Yakaiah, P., Jakkena, C. S., Paramkusam, A. V., y Manisha, G. (2017). Overview of H.265 standards. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8(8), 48–54.
- Zach, O., y Slanina, M. (2014). A comparison of H.265/HEVC implementations. *Proceedings Elmar - International Symposium Electronics in Marine(September)*, 147–150. doi: 10.1109/ELMAR.2014.6923337

# Percepciones y actitudes de los alumnos de medicina de la Universidad del Valle de México sobre el modelo basado en simulación

Dr. José Alfredo Villanueva Duque<sup>1</sup>, MSP. Luis Miguel Ruíz Gómez<sup>1</sup>, Dra. Blanca Alejandra Díaz Medina.

## Resumen

**Introducción:** El modelo basado en simulación, es utilizado para configurar escenarios, en los que el alumno realice procedimientos semejantes a la toma de decisiones de una situación real, con el objetivo final de desarrollar habilidades, sin embargo los estudios que exploren lo que piensan los estudiantes sobre ello, son limitados.

**Objetivo:** Analizar las percepciones y actitudes de los alumnos de medicina sobre el modelo de aprendizaje por simulación.

**Metodología:** Estudio cuantitativo, de corte transversal, con estudiantes de medicina de 1ro a 9no de la Universidad del Valle México, campus Zapopan. Se aplicó una encuesta a 305 participantes y se hizo análisis descriptivo. Se solicitó consentimiento informado.

**Resultados:** 87% considera que la simulación es un método útil, 8 de cada 10 dice tener mayor autoconfianza, 78% percibe una mejora sus habilidades clínicas y 67% creen que es fundamental el uso de modelos vivos para adquirir destrezas clínicas.

**Conclusión:** Tienen una buena actitud respecto al modelo, siendo los promedios más bajos en el desarrollo de autoconfianza.

**Palabras clave:** Modelo basado en Simulación, Medicina, Actitudes, Percepciones, Simulación clínica

## Introducción

Simulación proviene del termino latino “Simulatio” que significa replicar y se refiere a “la imitación o representación de un acto o sistema por otro. Tiene como propósitos principales; educación, evaluación, investigación y un sistema integral de salud en la facilitación de la seguridad del paciente” (Society for Simulation in Healthcare), se trata de una técnica que amplifica la experiencia real replicando procedimientos haciendo el aprendizaje personalizado en los estudiantes (Coopeer & Taqueti, 2004). Este tipo de actuaciones permite una intervención compleja e integral de las situaciones clínicas, proporcionan una mayor seguridad a los alumnos, además de que se personalizan las experiencias de aprendizaje. Se enfoca principalmente en los aspectos psicomotores, se proporciona una retroalimentación inmediata por parte del docente experto y el desarrollo y mejoramiento de habilidades aisladas e integradas y el que los alumnos aprenden de los errores al recibir retroalimentación inmediata, adicionalmente la simulación también permite el desarrollo de habilidades blandas como son la comunicación, trabajo en equipo, resolución de problemas, liderazgo y relaciones interpersonales.

Este tipo de aprendizaje ha demostrado una gran efectividad en el desarrollo de habilidades y destrezas de los alumnos durante su ejercicio en el campo clínico del médico, como son la ventilación mecánica, reanimación cardio pulmonar (Weller 2004) incluso se ha demostrado su efectividad en el desarrollo de procedimientos a nivel de posgrado como es el caso de procedimientos anestésicos (Gómez et al 2008), broncoscopia (López, 2014), procedimientos obstétricos (Rodríguez-Díez et al, 2008) entre otros. En México, sobre los años 80's se emplea de manera formal este modelo en la carrera de Medicina y en el año 2004 el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán” crea el Centro de Desarrollo de Destrezas Médicas y la Universidad Del Valle de México campus Querétaro implementa simulación de alta complejidad, ganando aceptación en la educación en ciencias de la salud de manera pronta como una herramienta que proporciona habilidades en el estudiante y así mismo brinda seguridad al paciente (Aguilar-Ortega et al,2018).

Así, el modelo de aprendizaje basado en simulación en estudiantes de pregrado y posgrado en medicina es una buena herramienta para el perfeccionamiento de habilidades y destrezas clínica, las cuales evitarían estos errores médicos y el número de defunciones derivadas de ellas. Si bien, el Modelo Basado en Simulación es relativamente nuevo, está contribuyendo a formar médicos más competentes y habilidosos que eviten errores en comparación con el modelo de enseñanza tradicional de la medicina en décadas pasadas; se espera que el impacto de esta técnica de enseñanza se vea reflejada en la buena *praxis* médica y disminuir la iatrogenia. Actualmente en el país son varias escuelas y facultades de medicina que han cambiado de un sistema de enseñanza tradicional a un sistema donde el alumno es más proactivo en el desarrollo de sus competencias y sin duda la Simulación es una técnica que contribuye a este proceso. A partir del 2008 las universidades que forman parte del consorcio de Laureate International Universities

<sup>1</sup>El Dr. en C. José Alfredo Villanueva Duque es Profesor/Investigador en la Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad del Valle de México, Campus Zapopan, Guadalajara Jalisco, México. (autor corresponsal) [alfredo.vnueva@gmail.com](mailto:alfredo.vnueva@gmail.com)

<sup>1</sup>La Dra. en C. Blanca Alejandra Díaz Medina es Profesora/Investigadora en la Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad del Valle de México, Campus Zapopan, Guadalajara Jalisco, México. [blanca.diaz@uvmnet.edu](mailto:blanca.diaz@uvmnet.edu)

<sup>1</sup>El MSP. Luis Miguel Ruíz Gómez es Profesor de Tiempo Completo en la Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad del Valle de México, Campus Zapopan, Guadalajara Jalisco, México. [luis.ruiz@uvmnet.edu](mailto:luis.ruiz@uvmnet.edu)

fueron pioneras en el desarrollo de Simulación en México (Aguilar-Ortega et al, 2018) en este contexto es importante medir, evaluar y conocer la vivencia, percepciones y significados de los alumnos de medicina ante el Modelo de Aprendizaje Basado de Simulación en la universidad como parte de su modelo de aprendizaje de pregrado, para conocer, si desde sus vivencias les ha sido funcional ese método de aprendizaje y conocer cuál es su actitud frente a ese modelo de aprendizaje. Además de indagar, desde su perspectiva, si la simulación les ha permitido desarrollar las competencias que consideran mínimo necesarias al momento de estar en un escenario y les ha potencializado el desarrollo de autoconfianza. Esto permitirá un acercamiento para saber si éste modelo en simulación está impactando en el proceso enseñanza-aprendizaje de los alumnos que están desarrollando las prácticas clínicas escolares y en aquellos alumnos que ya están realizando procedimientos médicos en los campos clínicos hospitalarios con pacientes reales.

### Descripción del Método

Se realizó un estudio cuantitativo de diseño transversal descriptivo con estudiantes de la carrera de medicina de la Universidad del Valle de México, Campus Zapopan, Jalisco. Por medio de un muestreo a conveniencia se seleccionaron a 305 alumnos. Se incluyeron a los alumnos activos del ciclo 2019c3 y que cursaran de primero a noveno semestre de la licenciatura. Se excluyeron a los que iniciaron internado. Se eliminaron de la lista estudiantes que se hayan negado a participar o que no hayan contestado por completo los instrumentos. Para la obtención de los datos se les aplicó una escala Likert que se construyó a partir de la revisión de literatura y los objetivos de la investigación. El instrumento tiene 20 ítems y mide cuatro áreas: 1) actitud hacia el Modelo Educativo, 2) desarrollo de competencias empleando Simulación, 3) fortalecimiento de autoconfianza 4) y la valoración de las clases de Simulación por parte de los alumnos. Se subió a la plataforma de Google Form para que los alumnos tuvieran la facilidad de contestarlo en modalidad digital. A todos los alumnos se les solicitó su consentimiento informado de forma digital, antes de contestar la encuesta, además de asegurar que todos los datos serán confidenciales. Se hizo un análisis descriptivo de los datos, utilizando medidas de tendencia central.

### Comentarios finales

Se encuestaron a 305 alumnos de la Licenciatura en Medicina de UVM Zapopan; sus edades oscilan entre los 17 y 33 años, con un promedio de edad de 21 años. 110 son hombres y 194 mujeres. 186 corresponden a los semestres de 1ro a 5to, que son quienes todavía no asisten al campo clínico, mientras que 118 son de 6to a 9no, que son alumnos que van a campo clínico. Todos ellos han cursado durante su carrera diferentes asignaturas que se basan en el Modelo de Aprendizaje Basado en Simulación.

87% de alumnos refieren conocer e identificar los componentes del Modelo Educativo Basado en Simulación, además de considerar que la simulación es un método útil para su formación como médico. En general los alumnos tienen una actitud favorable ante el modelo educativo, con un promedio de casi 4 en una escala de 5 (ver Tabla 1). Sin embargo, 6 de cada 10 alumnos piensan que es fundamental el desarrollo de las prácticas en seres vivos para adquirir las habilidades y destrezas durante mi formación básica como médico.

78% refieren que el uso de simuladores mejora sus habilidades y destrezas clínicas, 85% consideran que contribuye a la prevención errores médicos y 83% refiere que se mejora el razonamiento crítico en la toma de decisiones en escenarios reales. Sin embargo, más de la mitad (63%) consideran que por más prácticas que realicen en simulación, no va a ser suficiente para adquirir la seguridad y habilidades necesarias, hasta realizarlo con pacientes reales.

8 de cada 10 encuestados refiere tener mayor autoconfianza a partir del empleo de los simuladores y mayor experiencia en el desarrollo de procedimientos médicos. Sin embargo, Los promedios dentro de la escala Likert sobre autoconfianza para la realización de procedimientos clínicos, en los alumnos de 1 a 5 semestres fue de 3.66 y en el caso de los alumnos de 6 a 9 semestres se obtuvo un puntaje menor de 3.55 (ver Tabla 1).

68% de los alumnos refiere que las prácticas son de calidad, pero 56% refiere que el número de prácticas en simulación son suficientes; por lo que se puede notar que existe interés de los alumnos para tener una mayor carga de horas de simulación. 76% refiere estar satisfecho con las técnicas de enseñanza de los docentes en simulación.

Sin embargo, 67% creen que es fundamental el uso de modelos vivos para el desarrollo de prácticas para adquirir habilidades y destrezas clínicas.

Tabla 1. Promedios de las áreas exploradas sobre la percepción y vivencia de alumnos respecto a la simulación

Semestres	Conocimiento del Modelo Educativos	Desarrollo de Competencias clínicas	Desarrollo de Autoconfianza	Valoración de las clases de Simulación	Promedio total
1° a 5° semestres	3.91	4.22	3.66	3.97	3.94
6° a 9° semestres	3.77	4.04	3.55	3.80	3.79

### Conclusiones

En general los alumnos refieren una buena actitud respecto al Modelo de Aprendizaje Basado en Simulación de manera independiente al semestre al que pertenezcan, los promedios más bajos fueron en el Desarrollo de Autoconfianza en ambos grupos (1 a 5 semestres y 6 a 9 semestres) mientras que los más altos fueron en el área de Desarrollo de Competencias Clínicas con 4.22 para el grupo de 1 a 5to semestres y de 4.04 para los alumnos de 6 a 9 semestres. Si bien los resultados de ambos grupos fueron similares es importante destacar que el promedio total de todas las áreas fue mayor para los alumnos de 1 a 5 semestres. La autoconfianza fue ligeramente menor en los alumnos de semestres avanzados lo cual puede ser debido a que estos alumnos ya realizan los procedimientos en pacientes reales y pueden evaluar de mejor forma el desarrollo de autoconfianza y competencias clínicas.

Estos resultados en cuanto a la aceptación se correlacionan con el hecho de que más de la mitad de los estudiantes encuestados opinen que las materias impartidas bajo este modelo, son de “alta calidad” y de la misma manera, soliciten más horas para el desarrollo de éstas.

Aun con este nivel de aceptación, de igual manera es relevante como consideran que el uso “tradicional” de modelos biológicos es fundamental para completar el acúmulo de experiencias base para el desarrollo de autoconfianza, así los resultados de desarrollo de habilidades son dispares a los que expresan el desarrollo de autoconfianza.

### Recomendaciones

Entre las recomendaciones que pueden complementar el trabajo que se ha realizado hasta el momento están el que se realice una entrevista semiestructurada a algunos alumnos que tengan puntajes extremos en su encuesta, esto ayudará a entender mejor la vivencia o percepción de algunos alumnos respecto al modelo de simulación, esto podría explorar y entender mejor las respuestas obtenidas en la encuesta; lo que representa la base para fundamentar estrategias de mejora hacia la implementación de este modelo y de los resultados que este ofrece.

### Referencias

- Aguilar-Ortega, C.O., Tovar-Luna B., Hernández-Cruz B.A., (2008) Escenarios de aprendizaje basados en simulación en la Universidad del Valle de México. *FEM*; 21(4):195-200.
- Alcázar-Zambrano J.L. (2013) Confianza de los estudiantes de medicina en el aprendizaje de la exploración obstétrica con simuladores. *An. Sist. Navar.* Vol 36, No.2, mayo-agosto.
- Cooper, J., Taqueti V., (2004). A brief history of the Development of mannequin simulators for clinical education and training. *Quality and Safety in Health Care*, 13 (suppl 1), pp. 11-18.
- Department of Health and Human Services. Adverse events in hospitals: national incidence among Medicare beneficiaries. 2010. <http://oig.hhs.gov/oei/reports/oei-06-09-00090.pdf>.
- Gómez, L.M., Calderón M., Sáenz X., Reyes G., Moreno A.A., Ramírez L. J., Gartner L., Jaramillo J. (2008) Impacto y beneficio de la simulación clínica en el desarrollo de las competencias psicomotoras en anestesia: un ensayo clínico aleatorio doble ciego. *Rev. Col. Anest.* 26:93-107.
- Health Grades quality study: patient safety in American hospitals. 2004. [http://www.providersedge.com/ehdocs/ehr\\_articles/Patient\\_Safety\\_in\\_American\\_Hospitals-2004.pdf](http://www.providersedge.com/ehdocs/ehr_articles/Patient_Safety_in_American_Hospitals-2004.pdf).
- López-Aráoz A., (2014) Rol e importancia de la simulación en la educación médica y broncoscópica (La simulación en la educación médica). *Revista Americana de Medicina Respiratoria*, vol. 14, No. 4 pp. 362-364.
- Rodríguez-Díez M.C., Díez-Goñi N., Beunza-Nuin J.J., Auba-Guedea M., Olartecoechea-Linaje B., Ruiz-Zambrana A., Weller, J.M. (2004). Simulation in undergraduate medical education: bridging the gap between theory and practice. *Medical education*, 38 (1) pp. 32-38.
- Society of Simulation in Healthcare. <https://www.ssih.org/Home/Sign-In> [visitado el 18 octubre 2019]
- World Health Organization Europe. A brief synopsis on Patient safety. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, 2010. Disponible en: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0015/111507/E93833.p](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0015/111507/E93833.p)

### Notas Biográficas

El Dr. **José Alfredo Villanueva Duque** es Doctor en Ciencias Biomédicas por la Universidad Autónoma de Guerrero, actualmente es Profesor/Investigador de la Licenciatura en Medicina de la Universidad del Valle de México Campus Zapopan y miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, sus líneas de investigación incluye Medicina Molecular del Cáncer y el impacto del Modelo Basado en Simulación en la enseñanza y aprendizaje en Medicina.

La Dra. **Blanca Alejandra Díaz Medina** es Doctora en Ciencias en Salud Pública por la Universidad de Guadalajara, actualmente es Profesor/Investigador de la Licenciatura en Medicina de la Universidad del Valle de México Campus Zapopan, su línea de investigación incluye investigación cualitativa en población con enfermedades crónicas y sobre donación y trasplante de órganos. También tiene una línea de investigación educativa donde explora la formación en investigación y el desarrollo de competencias en los estudiantes de ciencias de la salud.

El Maestro **Luis Miguel Ruíz Gómez** es Maestro en Salud Pública con área de especialidad en Epidemiología por la Universidad de la Sierra Sur de Oaxaca, actualmente es Profesor de Tiempo Completo de la Licenciatura en Medicina de la Universidad del Valle de México Campus Zapopan, su línea de investigación incluye el estudio del polimorfismo (CAG)<sub>n</sub> del gen ATXN2 como factor de riesgo para el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 y el impacto del Modelo Basado en Simulación en la enseñanza y aprendizaje en Medicina.

# LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y SU TRATAMIENTO EN LA CIUDAD DE MORELIA

Leninn Villanueva Tomas<sup>1</sup>

**Resumen**— En el presente trabajo se pretende abordar la problemática que se presenta en el municipio de Morelia sobre los Residuos Sólidos Urbanos y su manejo en la disposición final. Por lo tanto se realizará un análisis descriptivo sobre los Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de Morelia, con la finalidad de realizar propuestas que mejoren su tratamiento.

**Palabras clave**— residuos sólidos urbanos, lixiviados, crecimiento poblacional, medio ambiente.

## Introducción

Con el incremento de la producción, los problemas ambientales se originan a partir de que los recursos se utilizan a un ritmo mayor de las capacidades de reproducción de la naturaleza y cuando los desechos se generan a un ritmo mayor de la capacidad de absorción de la propia naturaleza (Foladori y Pierri, 2005).

Aunado a dicha situación, se agrega el crecimiento poblacional que año con año incrementa considerablemente, implicando mayor producción para la satisfacción de las necesidades, y simultáneamente un mayor consumo que genera una mayor cantidad de residuos (Jordan, et al., 2010).

En ese sentido, el crecimiento de las ciudades, como parte del crecimiento poblacional (entre otros factores), con una alta concentración de población en las zonas urbanas, aunado a los hábitos de consumo inadecuados y la disposición de desechos esta contribuyendo a la generación cada vez más alta de residuos sólidos clasificados como urbanos o domésticos, que para desfortuna en nuestro país no se lleva a cabo un manejo adecuado de ellos, terminando gran parte de estos en tiraderos a cielo abierto que contaminan intensivamente el suelo, agua e incluso contaminar el aire.

Hasta ahora la sociedad esta comprendiendo que la generación de basura es una responsabilidad de todos los individuos, no solo de los gobiernos. En el caso de México, el problema de los residuos sólidos urbanos ha incrementado, no logrando manejar de manera adecuada los residuos. Es por ello que el presente trabajo pretende realizar una aportación en este tema.

Los residuos se definen en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) como aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentran en estado sólido o semisólido, líquido o gaseoso y que se contienen en recipientes o depósitos. Pueden ser susceptibles de ser valorizados o requieren sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la misma Ley (DOF, 2003).

Los residuos sólidos generados en las viviendas, escuelas, restaurantes, establecimientos de comercio, mercados, fábricas, etc. (Buenrostro, et al., 2001b), ocasiona contaminación al medio ambiente, entre los cuales contribuye a la liberación de gases efecto invernadero, producto de la descomposición de residuos orgánicos (como restos de comida), que aparte de generar un mal olor, algunos de ellos liberan gases como el bióxido y monóxido de carbono ( $CO_2$  y  $CO$ ) metano ( $CH_4$ ), ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) y compuestos orgánicos volátiles (COVs) como la acetona, benceno, estireno, tolueno y tricloroetileno (IPCC, 2007). También contribuyen con el adelgazamiento de la capa de ozono, principalmente por los desechables compuestos de unicel (material casi nulo de reciclar), los envases desechados de aerosoles para el cabello, pinturas y desodorantes, plaguicidas, y en algunos refrigeradores y aires acondicionados. Todos ellos tienen partículas dañinas, que al ser desechadas a la basura de manera inadecuada, se liberan a la atmósfera ocasionando adelgazamiento a la capa de ozono (Quispe, 2009, p. 27).

Contribuyen a la contaminación de suelos y cuerpos de agua, debido a que la descomposición de los residuos orgánicos en contacto con el agua generan lixiviados que se pueden infiltrar en los suelos y cuerpos de agua, ocasionando su deterioro, que representa un riesgo para la salud humana y demás organismos (Campos, 2009, p. 60).

Finalmente, también contribuyen con la proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades, debido a que el residuo orgánico atrae diversos insectos, aves y mamíferos que pueden convertirse en transmisores de enfermedades peligrosas como la peste bubónica, tifus murino, salmonelosis, cólera, leishmaniasis, amebiasis, disentería, toxoplasmosis, dengue y fiebre amarilla, entre otras (SEMARNAT, 2006).

Por ello, es relevante el tema sobre los residuos sólidos urbanos y su adecuado manejo, con la finalidad de

<sup>1</sup> Leninn Villanueva Tomas es Profesor de Ingeniería económica y comercial en la Universidad Nova Spania, Morelia, Michoacán. leninnvt@hotmail.com (autor correspondiente)

lograr una gestión sustentable, que todo tomador de decisiones busca, además de disminuir los impactos ambientales. Siendo el objetivo del presente trabajo realizar un diagnóstico general sobre el manejo de residuos sólidos urbanos en el municipio de Morelia, identificando los problemas actuales en su tratamiento, con la finalidad de contribuir con algunas alternativas para que el gobierno municipal proporcione soluciones en el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, y evitar dañar el medio ambiente.

### Descripción del Método

El presente trabajo se realizó mediante un análisis descriptivo sobre los Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de Morelia, con la finalidad de realizar propuestas que mejoren su tratamiento.

### Problemática

En el municipio de Morelia, existen 2 rellenos para el depósito de residuos sólidos. El primero de ellos es un relleno de tierra controlado (RTC) dividido en 4 secciones, que inició a partir de 1984, teniendo una vida útil de 24 años, culminando su funcionamiento en el 2008, fué caracterizado por ser un tiradero a cielo abierto. El segundo es un relleno sanitario (RESA), que comenzó a funcionar en diciembre del 2007, contemplando su distribución en doce celdas (González y Buenrostro, 2012, p. 14). En la primer celda, en el 2013 se tenían almacenadas once millones de toneladas (Castro, 2014, p. 7).

El relleno sanitario de Morelia es uno de los cinco que a nivel nacional cuentan con la certificación nacional ambiental expedida por PROFEPA y una Internacional ISO 14001-2004, otorgada por la Operación del Servicio Público de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, Regulación del Sitio Actual de Disposición Final, expedido por Tuv Rheinland of North America, Inc. (ídem).

A este relleno sanitario ingresan aproximadamente entre 1050 y 1200 toneladas diarias de basura. Por cada tonelada que ingresa, el gobierno municipal hace un pago a la concesionaria de entre 148.75 y 160 pesos, representando un egreso diario de aproximadamente 168 mil pesos, para la remoción de los desechos generados por los ciudadanos. La recolección de basura que realizan es mixta, es decir, no existe en el estado la separación de basura desde el origen (Castro, 2014, p. 7; Sánchez, 2015a, p. 9).

La mayor parte de los residuos que llegan al relleno sanitario de Morelia son orgánicos. Según González y Buenrostro (2012, p. 16) el 60.68% de los residuos depositados en el RTC son de origen orgánico, el 33.58% es materia inorgánica y el 5.74% es tierra y piedra. Cifra similar al 68.26% de residuos orgánicos depositados en el RESA, mientras el 29.26% es materia inorgánica y el 2.51% corresponde a tierra y piedra.

El servicio de recolección de RSU en Morelia se lleva a cabo bajo un esquema mixto. Una parte se lleva a cabo por el municipio (servicio oficial) compuesta por 230 trabajadores de base, entre los cuales se encuentran administrativos, 70 choferes, 140 peones que trabajan como ayudantes, maniobristas, barrenderos y empleados emergentes. El equipo de la Dirección de Aseo Público se integra por 43 unidades, de las cuales 2 son barredoras, el resto de camiones compactadores y contenedores. La infraestructura técnica y operativa que tiene el municipio es insuficiente para brindar el servicio de recolección de RSU a todo el municipio, justificando la participación privada. (Buenrostro, 2009, p. 11).

La segunda parte se realiza por 10 asociaciones de recolectores con aproximadamente entre 526 y 600 agremiados, que recaudan ingresos por las cuotas de cooperación que realizan los usuarios del servicio, para realizar la recolección cuenta con 532 unidades distribuidas en las 10 asociaciones<sup>2</sup> (Velazquez, 2015, p. 14). La ciudad se encuentra dividida en 10 sectores (una por asociación) para trazar las rutas de recolección, a fin de evitar conflictos entre las asociaciones por invasión de rutas (Buenrostro, 2009, p. 11).

Se estima que el 55% de los RSU se recolecta a través de las 10 asociaciones, mientras que el servicio oficial del ayuntamiento recolecta el 45% restante. Sin embargo, se calcula que aproximadamente se tienen 50 toneladas diarias de RSU sin recolectar, acumulándose en lotes baldíos y otros espacios urbanos, además al no haber una separación de basura existen bastantes residuos que se pudiesen reciclar si se implementase la separación de basura, siendo esto el principal problema en el municipio.

A nivel nacional no se cuenta con la información sobre cuantas plantas de selección de RSU existen en el país. Sin embargo, con información obtenida mediante la empresa concesionaria Proactiva Medio Ambiente<sup>3</sup>, Morelia cuenta con una planta de selección, de las 23 que existen en el país, ingresando 775 toneladas por día, de las cuales no existe información de cuantas toneladas de material de reciclaje se obtienen, ni la eficiencia de recuperación de productos, lo cual es otro problema en el municipio (INECC-SEMARNAT, 2012, p. 14).

<sup>2</sup> El nombre de las asociaciones son: Ecolimpia, Lisandro Tapia Báez, Zapatista de Limpieza, Hermenegildo Galeana, Valladolid Morelia, Lazaro Cardenas, Servi-limpia de Morelia, Solidaridad, Melrchor Ocampo y Generalísimo Morelos.

<sup>3</sup> Una de las empresas mas grandes que opera sobre los RSU en México, y que presta sus servicios al municipio de Morelia.

Ante dicho escenario se genera la siguiente propuesta:

Definir claramente en la constitución la competencia de la Federación, Estados y Municipios sobre los residuos, así como fortalecer los fundamentos constitucionales concernientes al tema, entre los cuales se debe buscar que los servicios de aseo urbano sean financieramente sostenibles.

Adecuar el marco jurídico estatal y municipal en materia de residuos, con el establecimiento de reglas de conducta a observar por los generadores y manejadores de los residuos. Con esto se logra seguridad jurídica para los particulares como para las instituciones competentes.

Legislar sobre la reparación de los daños al ambiente, a través de la modificación de la constitución y crear leyes federales y locales en ese tema. Con esto se logrará mayor atención en el tema.

Precisar los derechos y obligaciones de los particulares y de la población en materia de residuos, lo que implica modificar la legislación municipal. Esto logrará un mayor alcance en el cumplimiento de los objetivos del manejo de residuos.

El establecimiento de una planeación estratégica a nivel local y estatal, para implementar programas municipales y estatales con seguimiento, logrando de esta forma el seguimiento del programa, ante cambios en el gobierno municipal, porque su gestión es de 3 años. El municipio debe dar difusión de la normatividad sobre los residuos.

Para resolver el problema de la acumulación de RSU, dependiendo en qué proporción se aplican y a su combinación. Se recomienda la imposición de reglas por parte del Estado o decididas colectivamente, recomendando su vigilancia obligatoria y permanente. El segundo es la cooperación de las personas, voluntariamente y en coordinación con sus conductas para la generación de basura. El tercero es la existencia de reglas jurídicas e institucionales para que los individuos cubran de alguna forma el costo de trasladar la basura para su manejo adecuado, económico, social y ambientalmente aceptable.

Con estos elementos como base, se pueden seguir las siguientes recomendaciones para la disminución de residuos

- o La obligación para todos los habitantes y negocios con actividades que generen RSU, de separar la basura en tres tipos: sanitaria, orgánica e inorgánica.

- o Definir claramente la responsabilidad de los prestadores del servicio de recolección, que en su caso lo designará el municipio y la obligación de contratar el servicio de recolección por parte de los habitantes.

- o Establecer regulaciones en la prestación del servicio de recolección, designando los días establecidos para recoger la basura acorde a su clasificación. Como las condiciones de los vehículos que recolectan los residuos no son las más adecuadas, se propone recolectar los residuos, de acuerdo a su clasificación, en un día específico. Como propuesta el día lunes y jueves se recolecta la basura orgánica, el miércoles y sábado la basura sanitaria y el martes y viernes la basura inorgánica. De esta forma durante la semana se tiene el servicio acorde a la clasificación del residuo.

- o Establecer multas por incumplimiento del reglamento como el no cumplir con la separación adecuada de basura (principalmente separación de pilas) y por depositar basura en la vía pública y sitios inapropiados.

- o Si el recolector de residuos observa que la basura no se encuentra separada, no recogerla.

Una vez realizado los puntos anteriores, es fácil realizar el reciclaje de aquellos residuos propicios para ello, disminuyendo los costos económicos que representa la separación de la basura.

Para aprovechar los residuos orgánicos se recomienda realizar composta, para obtener abono orgánico y colocarlo en el mercado. Este proceso es importante porque los residuos ocupan espacio en los rellenos sanitarios, al ser aprovechados disminuye su volumen (Maldonado, 2006). Se tendrá que designar y acondicionar el área que se utilizara para el composteo de los residuos orgánicos.

Otra alternativa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos es establecer una planta para la generación de biogás, a partir de la generación de gases, producto de la descomposición de la materia orgánica, mediante dicha aplicación se estima puede proporcionar energía eléctrica a 40 mil viviendas (Hernández y Duran, 2006; Sánchez, 2015a, p. 9).

También es importante realizar una cuantificación de los volúmenes de basura que se generan en el municipio, así como los costos que implica su eliminación. Identificar los procesos que se emplearán para la eliminación de la basura antes de iniciar el programa. Es fundamental dar difusión al programa para que los ciudadanos estén informados e involucrados en las actividades que cumplirán.

El municipio de Morelia ya cuenta con un reglamento en el cuál se contempla llevar estadísticas. Sin embargo en la práctica esto es ley muerta, por tanto, se propone solicitar a la empresa Proactiva Medio Ambiente llevar un registro de las cantidades que entran al relleno sanitario. Referente a la planta de selección de residuos con la que cuenta el Municipio, debe llevar las estadísticas de las cantidades que reciben de RSU (se recomienda pesar la basura al momento de su ingreso), así como la cantidad de residuos que serán reciclados o reutilizados. Con estas acciones

se tiene la información necesaria para proporcionarla a la dependencia de gobierno correspondiente al manejo de la información estadística.

En el caso de las llantas depositadas en el relleno sanitario, deben ser recicladas. Al someterse a un proceso de molienda se pueden utilizar para la elaboración de impermeabilizantes, concretos para las vialidades, reutilización a través de su recubrimiento (como en el caso de las llantas para camiones).

Finalmente es importante difundir los resultados obtenidos, sobre la implementación de las acciones en materia de residuos, a la ciudadanía para que se encuentre comprometida al cumplimiento de las actividades que ellos asumirán, principalmente en la separación y generación de basura.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

En este trabajo investigativo se realizó un análisis descriptivo sobre el tratamiento de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Morelia, Michoacán. Apartir de dicho análisis, se desprende que en la ciudad no se cuenta con una separación de la basura, que en su mayor parte corresponde a residuos orgánicos, lo cuál llega a ser una barrera para el mayor aprovechamiento de los materiales reciclados. Sin mencionar la falta de vehículos adecuados para la recolección. Además no se lleva a cabo un registro de estadísticas sobre el material de reciclaje que se tiene por medio de la recolección de basura, tampoco se tiene el nivel de eficiencia de recuperación de productos.

Ante dicho escenario se realiza una propuesta que contempla la necesaria separación de basura en las viviendas y todo tipo de establecimiento que generen basura con características de una vivienda. Para su recolección se propone recolectar los residuos, de acuerdo a su separación, en un día específico. Como propuesta, el día lunes y jueves se recolecta la basura orgánica, el miércoles y sábado la basura sanitaria y el martes y viernes la basura inorgánica. De esta forma durante la semana se tiene el servicio acorde a la clasificación del residuo.

### *Conclusiones*

Con las modificaciones en los patrones de consumo y la concentración urbana de la población, se encuentra relacionada directamente con la producción de residuos sólidos. Por ello, las ciudades generan la mayor cantidad de residuos a diferencia de las zonas rurales. Sin embargo, a pesar de la existencia de leyes sobre su tratamiento, no existen las regulaciones adecuadas para que el Municipio resuelva el problema. Al observar los tiraderos a cielo abierto en no muy pocos municipios, da la impresión de que las autoridades respectivas no han tomado cartas en el asunto y que sencillamente no cuentan con un reglamento adecuado para este manejo de RSU, debido a que jamás se observa en las afueras de los domicilios la simple clasificación de dichos residuos, o la recolección de un solo tipo de residuo de acuerdo a las tres clasificaciones.

En ese contexto, es fundamental la educación de la población en materia ambiental, que se encuentre informada de los daños que ocasiona al medio ambiente y los efectos nocivos para la sociedad en general. Con previo conocimiento de daños, puede mostrar un interés iniciando con la separación de sus residuos.

Hoy en día es muy conocido a nivel internacional la afectación realizada al planeta por el impacto ambiental en mantos acuíferos, efecto invernadero y degradación de suelos, a causa de la contaminación de dichos residuos; pero tal parece que para muchos municipios no es un tema relevante a tratar en su agenda.

A la fecha existen casos de éxito en varios municipios del país, como lo es el de Tlanepantla y Monterrey desde una perspectiva institucional y política. El caso de la CDMX y Jalisco en la separación de basura desde la fuente de origen, el municipio de Puebla referente al reciclaje de residuos de la construcción.

A nivel internacional existe casos como en la localidad de Villa Domínguez de la provincia de Entre Ríos (Argentina) sobre la instalación de biodigestor para proveer a un hospital de Biogás, en España en el reciclado de llanta recubriéndolas.

### *Recomendaciones*

El análisis de los residuos sólidos urbanos, cobra mayor importancia ante la propueta de un desarrollo sustentable. Es así que de la presente investigación, se encuentra que existen pocas estadísticas confiables sobre la cantidad de basura que ingresa a los rellenos sanitarios, la cantidad de productos que se reciclan a partir de su recolección y de los materiales que se recuperan de la misma basura recolectada. En los diferente estados y municipios de nuestro país existe una carencia de estadísticas. Además, aún falta mucho por aprovechar de una manera más eficiente los residuos sólidos que genera nuestra ciudad.

## Referencias

- Buenrostro O, Bocco G, Cram S. (2001b). Classification of sources of Municipal solid wastes in developing countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 32, 29-41.
- Buenrostro, O. (2009, 1 de junio). La producción y manejo de los residuos sólidos en Morelia. *La Jornada Michoacan*, p. 11.
- Campos, J.L. (2009). El manejo integral de residuos sólidos urbanos a nivel comunitario y escolar. En *Que hacer con la basura* (pp. 59-80). México: Casa.
- Castro, J.A. (2014, 3 de enero). El relleno sanitario de Morelia, uno de los que cuentan con certificación Internacional ISO 14001-2004. *Cambio de Michoacan*, p. 7.
- DOF. (2003, 8 de octubre). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México.
- Foladori, G. y Pierri, N. (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. México: Universidad Autónoma de Zacatecas-Porrúa.
- González, C. A. y Buenrostro, O. (2012). Composición de residuos sólidos urbanos en dos sitios de disposición final, *Revista Internacional Contaminación Ambiental*, 30(1), 13-18.
- Hernández G. y Durán C. (2006). Productividad de biogás en un relleno sanitario clausurado. *Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica*, 1, 1-15.
- INECC-SEMARNAT. (2012). *Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos 2012*. México: INECC-SEMARNAT.
- IPCC (2007). *Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Suiza: R.K. Pachauri y A. Reisinger Ed.
- Jordán, R., Johannes, R. y Samaniego, J.L. (2010). *Regional Panorama Latin America: Megacities and Sustainability*. Colección de documentos de proyectos. Santiago de Chile: (LC/w.289), CEPAL, Organización de las Naciones Unidas.
- Maldonado, L. (2006). Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudio de caso. *Revista Ingeniería*, 10(1), 59-68.
- Quispe, Anibal. (2009). Benéficos del manejo de los residuos sólidos orgánicos con enfoque local. En *Que hacer con la basura* (pp. 23-50). México: Casa.
- Sanchez, R.M. (2015a, 30 de junio). Ingresan mas de mil toneladas de basura al relleno sanitario de morelia. *Provincia*, p. 9.
- Velazquez, P. (2015, 14 de septiembre). Director de Aseo Público justifica entrega de recursos públicos a recolectores de basura en Morelia. *Cambio de Michoacan*, p. 14.

# Pintura y lectura: La herencia centenaria del proyecto cultural de Vasconcelos

Carmina Vivero Domínguez<sup>1</sup>, Ricardo Hernández López<sup>2</sup>, Luis Fernando Vivero Domínguez<sup>3</sup>

## Resumen

La investigación muestra los inicios de la alfabetización en un contexto posrevolucionario, donde era notorio que en el terreno de la cultura, la educación y la lectura había desigualdades e injusticias para una sociedad con población mayoritariamente analfabeta y con poca cultura plástica visual. Se presenta también un breve panorama de la gestión de José Vasconcelos al frente de la recién creada Secretaría de Educación Pública (SEP) y su ambiciosa campaña cultural. A partir de esto se realiza un análisis de las similitudes y diferencias entre los lenguajes escrito y pictórico que promovió Vasconcelos hace un siglo y que, a pesar de los avatares, siguen vigentes y, además de mantener su función educativa primigenia, cumplen con otros usos. De esta manera se contribuye con apuntes para la configuración de la historia conjunta de la pintura y la lectura en México y su establecimiento como discurso histórico-identitario-nacionalista textual y visual. Así, estos apuntes suman elementos para los estudios históricos sobre la pintura y la lectura que hacen visibles los sucesos, las rupturas o las continuidades de un proyecto cultural nacional próximo a cumplir sus primeros cien años.

**Palabras clave:** José Vasconcelos, pintura, lectura, alfabetización.

## Summary

The research shows the beginnings of literacy in a post-revolutionary context, where it was evident that in the field of culture, education and reading there were inequalities and injustices for a society with a majority illiterate population and with little visual plastic culture. A brief overview of José Vasconcelos' management at the head of the newly created Ministry of Public Education (SEP) and his ambitious cultural campaign is also presented. From this, an analysis is made of the similarities and differences between the written and pictorial languages that Vasconcelos promoted a century ago and that, despite the vicissitudes, are still in force and, in addition to maintaining their original educational function, they comply with other uses. In this way, it contributes notes for the configuration of the joint history of painting and reading in Mexico and its establishment as a textual and visual historical-identity-nationalist discourse. Thus, these notes add elements for historical studies on painting and reading that make visible the events, ruptures, or continuities of a national cultural project close to its first hundred years.

**Key words:** José Vasconcelos, painting, reading, literacy.

## Introducción

Se sabe que el movimiento encabezado por Emiliano Zapata exigía, según Fell (1989:10) “Tierra y Libertad” y que el Plan de Ayala de 1911 fue la base para los textos de 1915 sobre la reforma agraria. Pero es menos sabido que los zapatistas proponían asimismo un proyecto de sistema educativo abierto a todos y firmemente implantado en el sector rural.” Es decir, se demandaba Tierra, Libertad y Educación.

Ya en un contexto posrevolucionario, tras las adversidades que aquejaban a la sociedad, se pensaría que lo menos necesario era ser instruido y educado, pues existían asuntos mayores por resolver como el hecho de buscar una estabilidad social después de la guerra.

El diagnóstico era muy claro, para 1910 todo cuanto correspondía a los problemas de la cultura, de la educación y de la alfabetización seguían siendo, en mayor o menor medida, desatendidos. Eran notorias las desigualdades e inequidades. Si bien en México prevalecía –y aún prevalece- una injusta distribución de la riqueza, resultaba más lamentable que existiera una exagerada concentración del conocimiento en unas cuantas cabezas.

<sup>1</sup> Vivero Domínguez Carmina.- Doctora en Bibliotecología y Estudios de la Información por la Universidad Nacional Autónoma de México. [carmiluna10@hotmail.com](mailto:carmiluna10@hotmail.com) (autora correspondiente).

<sup>2</sup> Hernández López Ricardo.- Doctor en Historia del Arte por el Centro de Investigación y Docencia en Humanidades del Estado de Morelos (CIDHEM). Adscrito a la Facultad de Turismo y Gastronomía de la UAEMex. [riherlo@hotmail.com](mailto:riherlo@hotmail.com)

<sup>3</sup> Vivero Domínguez Luis Fernando.- Lic. en Historia por la Universidad Autónoma del Estado de México. [luisfer\\_5y@hotmail.com](mailto:luisfer_5y@hotmail.com)

La historia establece que, al menos de manera formal, fue hasta 1920 cuando comenzó a existir una preocupación por parte del gobierno para atender a las personas analfabetas con las que se contaba en el país; además de que no se contabilizaba a todos, sino solamente a quienes tenían la oportunidad de asistir a una escuela y poseer el privilegio de conocer las letras y con ello leer y escribir. Ya lo dice Loyo (1997:246) “fue hasta 1920, ya en un periodo de paz y reconstrucción, cuando la escuela dejó de ser privilegio de los centros urbanos y la labor de alfabetización se extendió por todo el territorio nacional.”

Es así que, “apenas asumido su mandato en 1921, Obregón reinstaló la desaparecida Secretaría de Educación Pública con el rector de la Universidad Nacional, José Vasconcelos (1882-1959), como titular. Con éste se inicia un plan de ‘salvación y regeneración’ de México por medio de la cultura” (Del Conde, 2003:24). La aparición en la escena política de Vasconcelos ha tenido una repercusión significativa para los mexicanos, democratizó el saber al poner al alcance de un numeroso público opciones para un desarrollo cultural. Una nota de aquellos años expresaba lo siguiente: “El cultivo del gusto en México ha dejado de ser un privilegio de la clase ociosa. El sobresaliente programa educativo bajo José Vasconcelos [...] incluye la revitalización de la estética entre un pueblo dotado con un sentido artístico innato” (Tablada, 2000:301). Dicho programa educativo-cultural estaba basado, entre otras acciones, en imágenes y palabras, aterrizadas en un ambicioso proyecto de pintura mural y en una gran difusión de libros clásicos.

### Contenido

En aquel momento, tras haber pasado por una situación trágica como lo fue la Revolución de 1910, pensar en un programa de educación parecía totalmente fuera de la realidad, porque la situación de la sociedad estaba supeditada a la sobrevivencia, no había tiempo para otra cosa que no fuera trabajar y trabajar para reconstruirse económicamente. Para comprender cómo se encontraba el país en los inicios del siglo XX basta con leer una conversación que se establece en la novela de Traven (1999):

*-¡Qué lástima que yo no sepa leer, Martín! –dice Celso-. Lo más que puedo hacer es mal escribir mi nombre. Tal vez yo pueda enseñarte a ti y a otros muchachos a leer y a escribir. Si tuviéramos tiempo, aunque sea un poquito de tiempo, podríamos aprender muchas cosas útiles, muchas cosas capaces de procurar satisfacción en la vida. Mi camarada Andrés, el boyero, sabe leer y escribir y a menudo me dice que en los libros se leen historias maravillosas que muy pocas gentes saben relatar. Pero los libros sólo tienen vida en manos de quienes saben leer; para los que no sabemos no son más que una serie de hojas pegadas entre sí (p. 164)*

En este diálogo de la novela, situado en la época revolucionaria, se ve reflejado el tipo de vida que no iba más allá de sacarle provecho al tiempo durante la jornada laboral y lograr ganar unos centavos para el alimento. Fuera del alcance estaba el aprender a leer, a escribir y con esas herramientas poder acercarse a la cultura o incluso a cuestionar la situación del país.

Ahora, si bien es cierto que en 1921, año de la creación de la Secretaría de Educación Pública (SEP), se diera comienzo a un auge en la lectura, tampoco se puede afirmar que a partir de ahí y en adelante ha sido un proceso continuo. En ese momento, para cumplir con la democratización de la educación y con los principios del artículo tercero Constitucional, era necesaria una acción a nivel nacional, pues no bastaba con sólo declarar la educación laica, gratuita y obligatoria, hacían falta los mecanismos necesarios para implementar un proyecto educativo en un país que recién salía de una guerra civil.

Fue entonces que emergieron las iniciativas y los programas en pro de que la lectura y los libros tuvieran un lugar importante dentro de la agenda del gobierno, como parte medular de que “hablar de la lectura de un pueblo significa hablar de las condiciones en que vive; de su economía, su política, su cultura” (Torres, 1997:295). Y es que con la creación de la SEP se buscó masificar el conocimiento y acercar contenidos culturales a la sociedad, muy a pesar de que, como era de esperarse, sólo una minoría privilegiada, por ser letrados, podían acceder.

Así, una acción importante para dar comienzo al proceso de alfabetización en todo el país se dio durante el gobierno de Álvaro Obregón, cuando nombró como titular de la SEP a José Vasconcelos, el cual, dice Loyo (1997:259) “Puso en práctica sus ideas sobre la educación, entendida ésta como un vehículo de unidad e identidad nacional. Inició una vigorosa lucha contra el analfabetismo. Organizó una gran Campaña Alfabetizadora que, según él, debería de ser similar a una campaña militar en donde todos los ciudadanos deberían ‘salvar’ al país de la ignorancia.”

Cuando Vasconcelos emprende, en 1920, una vasta campaña de alfabetización, son muchos los poblados, desde comunidades indígenas y asociaciones campesinas u obreras, que levantan la mano para ser tomados en cuenta

pidiendo que se les envíe alfabetizadores voluntarios y material escolar de primera necesidad. Es claro el deseo y la aspiración por parte de la sociedad de ser instruidos.

Así fue como se inauguró una cruzada nacional de alfabetización y edición masiva de textos de literatura clásica, ante el reto de abatir el analfabetismo en un México por demás deshecho. A este respecto, Monsiváis (2011:116) opina que “Vasconcelos, persistente, se propone humanizar la Revolución, es decir, hacer que sepa el pueblo de la cultura clásica, disolvente del ‘primitivismo’ (la carga del militarismo y del atraso histórico) y encauzadora de la revolución más profunda, la centrada en el conocimiento civilizado. Por eso, en este plan, además de las escuelas y las Misiones Culturales, se incluye la difusión de los clásicos.”

La estrategia se caracterizó por la edición de títulos que nunca antes se habían editado en el país; sin embargo, difícilmente se terminaría con los índices y condiciones de la población analfabeta a través de la edición de textos clásicos. Por otra parte, la escasa infraestructura de comunicación limitaba la cobertura propuesta por Vasconcelos. Motivos por los cuales se le criticó. Por ejemplo, hay quienes opinan como Fell (1989:490) que “en un país revolucionario se necesitaban más bien manuales escolares y material simple de lectura para acompañar la alfabetización, especialmente sobre temas mexicanos, para los lectores mexicanos, y no libros para una ínfima minoría.”

Es decir, se le reprochó a Vasconcelos el derroche de fondos públicos, la imposición de criterios culturales no populares, una actitud controvertida ante las verdaderas necesidades del pueblo, la publicación de obras de difícil lectura. Aun así, tras esos desacuerdos, la cruzada alfabetizadora logró un fuerte impacto, por los volúmenes y recursos invertidos en una época en que imperaban la pobreza y las limitaciones económicas del Estado. Vasconcelos, a pesar de los obstáculos, con su personalidad audaz logró influir. Él estaba convencido del beneficio que este programa les ofrecía a las masas, es por ello que no aceptaba que le dijeran que los mexicanos no podían leer lo clásico.

Por su parte lo que hizo la SEP fue nombrar a maestros para que actuaran dentro y fuera de las ciudades. Vasconcelos buscaba encontrar en cada uno de ellos a un misionero cultural. Así la campaña llegó a infinidad de pequeños poblados alejados de los centros urbanos. Pero como era de esperarse, si en las ciudades se tuvieron que afrontar grandes dificultades, aún más tuvieron que vencer los alfabetizadores rurales.

Así lo describe Loyo (1997:265) “La Secretaría de Educación envió libros ‘a lomo de mula’ a rincones aislados a donde no llegaba ni siquiera el ferrocarril. No sólo las publicaciones oficiales sino la literatura más en boga, que hasta entonces estaba reservada a una minoría y que sólo se conseguían a un alto precio, estuvieron a disposición del público en las escuelas y las bibliotecas.”

Y aunque la idea era auténtica, las limitaciones por parte de los profesores para enseñar a leer fueron muchas: no contaban con un lugar establecido, ni material didáctico; de ahí que enseñaban donde podían, ya fuera en sus casas, en los patios, plazas públicas, carpas improvisadas, escuelas. Se les pedía a los que enseñaban que no esperaran a tener aulas o que el alumno viniera directamente a ellos, sino que era necesario salir en la búsqueda de analfabetas y usar el material que se tuviera a la mano.

Si bien es cierto que existía ayuda filantrópica, los voluntarios también se veían envueltos en la desesperación, ya que era innegable, por ejemplo, la carencia de material, sobre todo de gises y pizarrones, lo cual de alguna manera multiplicaba los obstáculos.

Y es que era de esperarse, a pesar de la inquietud por aprender a leer y de los maestros por enseñar, que las condiciones económicas no estaban como para ir a la escuela dejando de lado la jornada laboral, pues las necesidades básicas no lo permitían.

No obstante, para lograr su propósito de involucrar a la mayor cantidad de gente en la campaña, Vasconcelos utilizó todos los recursos a su alcance, por ejemplo, viajó por varios estados de la República para motivar a todos a participar en esta gran obra y tocó el lado emocional de la población para garantizar el éxito. Se adelantó a la estructura legal e institucional extendiendo la campaña de alfabetización a todo el país, convencido de que esto evidenciaría las bondades de una acción educativa de alcance nacional. Hizo de todo hasta lograr que el aparato estatal, desde el presidente de la República hasta los presidentes municipales, se pronunciaran a favor de una federalización de la educación en México.

Es por eso que, después de la Revolución no fue sino hasta la aparición de Vasconcelos en la escena pública que se empezó a estar muy cerca de formar una verdadera filosofía educativa lógicamente concatenada.

Se sabe que Vasconcelos era un hombre visionario que tenía en mente un plan más amplio que el de una simple campaña de alfabetización; era todo un proyecto de cultura popular en que la enseñanza de las letras era sólo el paso inicial, porque después de enseñar a leer al pueblo era necesario proporcionarle lecturas.

De la mano con la alfabetización, también tenía en mente el programa de muralismo, que además de cumplir con un papel social en la época posrevolucionaria, “el otro papel que debía cumplir era educativo: transmitir información acerca de la herencia precolombina (en los años veinte, este concepto era nuevo y revolucionario); enseñar la historia de México desde la Conquista hasta la Independencia; y abordar problemas nacionales e internacionales

dese la Reforma hasta la época contemporánea” (Goldman, 2008:161). A este respecto, además de educar, otra de las tareas fundamentales del muralismo, “fue ‘la captura artística de lo genuino mexicano’ y eso implica un sistema de recompensas psicológicas para quienes han nacido en el atraso. Con un agregado: se impuso como necesidad ‘la tarea de reducir a términos entendibles (o sea manipulables) el sentido de la Revolución” (Monsiváis en Del Conde, 2008: 37).

Además, el movimiento muralista se constituyó también en el espíritu del proyecto educativo del país. Y para lograr irradiar el aura visual, histórica y nacionalista, se ofrecieron a los artistas los muros tanto de edificios emblemáticos como de modestos centros educativos al interior del país: Palacio Nacional, el edificio de la SEP, Escuela Preparatoria en el Colegio de San Ildefonso. Y se pintaron “pirámides, alegorías de la vida cotidiana antigua, efigies del dios Tláloc, serpientes emplumadas, caballeros tigre, mujeres con perfil maya [...] el suplicio de Cuauhtémoc” (Del Conde, 2003: 39).

De esta manera, lo visual se constituye en un discurso plástico que promueve los acontecimientos pasados como base de una conciencia nacionalista, la pintura enseña, educa, transmite valores, pero también festeja la naciente identidad y su contenido aglutina, como lo menciona Del Conde (2003:47): la revalorización de todo tipo de paisaje y de la arqueología; la transposición de usos, costumbres, ritos, fiestas; la presencia de lo cotidiano, lo cual muestra personajes, atuendos, utensilios; y, no podían faltar, las naturalezas muertas o la representación de interiores cuyos visos remiten a una atmósfera de identidad nacional.

Así, el muralismo exalta a los héroes, reivindica a los oprimidos, critica a los dirigentes, muestra, mediante el color, la línea y la composición, un retrato del indígena pasado y presente, que sufre, que tiene carencias, pero que emerge victorioso sustentado por su orgullo de mexicano.

Vasconcelos invita a los pintores y les respeta su creatividad, sus ideas y sus técnicas, el proyecto educador así lo amerita. Y ahí se tiene a Rivera, con su sus murales repletos de figuras que invitan a recorrer cada parte de la obra, donde se enaltece la figura indígena, niños asistiendo a la escuela, como una visión plástica del deber ser; hombres a caballo con sus carrilleras, mostrando con orgullo las armas, afilando machetes, recordando al espectador el pasado revolucionario. Orozco, quien además de mostrar también su visión campesina, le agrega una severa crítica a personas, instituciones y clases, y emplea la caricatura como base de su postura contestataria y pinta señoras encopetadas, religiosos bien comidos, pobres orgullosos cavando su propia tumba. Siqueiros, con sus innovaciones aparejadas a los ideales, figuras impactantes que monopolizan el espacio, experimentos plásticos con perspectivas atrevidas que involucran al espectador, escorzos que violentan las escenas, de por sí dramáticas.

Estos tres muralistas dan origen a la llamada -y discutida- Escuela mexicana, cuyas características principales son dos: su carácter público y su innegable función social. De esta manera el proyecto Vasconcelista llega a un público amplio, que aparentemente comprende o se identifica con lo plasmado en los muros de edificios, en las escaleras, en los mercados, teatros, hospitales o edificios municipales, en donde además de sucesos históricos, se pintaron también los contemporáneos en sus diversas aristas: sociales, culturales, políticas, religiosas, económicas. Había, por tanto, discursos ideológicos y lectores no de escritos, sino de imágenes.

Ante estas dos actividades que formaron parte del proyecto cultural llevado a cabo bajo la tutela de Vasconcelos, algunas de las diferencias notorias, es decir entre el legado de la pintura y de la lectura, sobresale que:

Ambos discursos -visual y escrito- son hijos del movimiento Revolucionario, con su carga ideológica, rebelde, pero también esperanzadora. Hay estética, pero también ideología. A este respecto, Paz (1987:18) opina que “Hay en la pintura mural mexicana una suerte de desgarramiento entre sus ambiciones estéticas y sus ambiciones ideológicas. Pero para entender este desgarramiento hay que tener en cuenta las circunstancias históricas y sociales que hicieron posible el nacimiento de este movimiento artístico al comenzar la década de los veinte. Sin la Revolución Mexicana la pintura mural no habría existido –o habría sido muy distinta.”

En cuanto a la pintura destacan muy pocos artistas, es decir, ha quedado la herencia de los tres grandes: Rivera, Siqueiros y Orozco, quienes concentraron los grandes proyectos, hechos con objetivos claros. En cuanto a la lectura, no queda claro si hubo una campaña de captación de escritores o narradores, a quienes se les pedía escribir sobre ciertos temas.

Otro punto a considerar es que, en la pintura a pesar de que gobierno les pagaba a los artistas (principalmente a los llamados tres grandes), asumieron una postura contestataria, y tuvieron libertad creadora, es decir, no hubo censura. En lo referente a la creación literaria, pocos son los autores que se atrevieron a criticar y cuestionar la realidad, por temor a las represalias.

Además, para el caso del analfabetismo visual se le proporcionan al pueblo pinturas comprensibles, realistas, con mensajes digeribles “dado que los muralistas emprendieron en los años veinte la tarea de abordar a un público masivo y mayoritariamente analfabeto, eligieron un estilo realista (con frecuencia narrativo) que serviría, como durante el Renacimiento, como ‘libro iluminado’ y aceptaron contratos para pintar murales en edificios públicos: oficinas gubernamentales, mercados, escuelas y demás.” (Goldman, 2008:161), mientras que por el otro lado, las lecturas de

los denominados “clásicos” son complejas, no llegaban a todos los públicos ni a las escasas bibliotecas y, por el gran porcentaje de analfabetas, eran poco leídos.

Además, los murales fueron destinados, en su mayoría, a la sociedad urbana, principalmente a los habitantes de la ciudad de México, mientras que los libros se destinaron a comunidades rurales.

Sin embargo, queda claro que ambos lenguajes buscaron una identidad nacional, una unión, una democracia cultural. Las dos actividades le acarrearón severas críticas, sobre todo por sus opositores, particularmente la entrega de libros entendidos como cultos a una masa de analfabetas.

### **Conclusiones**

Se puede afirmar que, con respecto a Vasconcelos, aunque parezca que fue poca su aparición, es quien pudo asociar de modo directo pensamiento y acción, siendo el protagonista al dotar al país de un sistema educativo y un marco cultural. Al respecto, Fell (1989:14) opina que “Vasconcelos se cuenta entre los primeros que, en Latinoamérica, luchan y actúan para instaurar una cultura a la vez nacional, continental y popular.”

Hoy en día, desafortunadamente, las reformas educativas y con ello los programas para alfabetizar a quienes en su momento carecieron del derecho a ser letrados se emprenden sin diagnóstico alguno y sin la evaluación adecuada ante la prisa de aplicarla en el término de un periodo sexenal, lo que le resta la solidez de la importancia que amerita, dejando, quizá, en el abandono excelentes proyectos de grupos de trabajo eficientes y calificados por otros improvisados que vuelven a partir de cero.

Es a la vuelta del tiempo cuando la historia permite proyectar los sucesos y poder evaluar los esfuerzos realizados en cualquier ámbito. En este caso, se puede decir que ojalá hubieran sido más personas las que sumaran esfuerzos, quizá se tuvieran otros resultados. Por eso es necesario apuntar que hoy se necesitan urgentemente propuestas, acciones y, por supuesto, líderes que fomenten proyectos culturales en este siglo XXI. A cien años del proyecto cultural de Vasconcelos, es decir de la alfabetización a través de la pintura y la lectura ¿cuáles han sido los alcances en esta materia?

Ya lo dice Monsiváis (2011:121) “Entre 1921 y 1924 Vasconcelos convoca, anima, polemiza, lucha por el presupuesto que el gobierno no autoriza, cree posible hacer a un lado la inercia de siglos, dice su verdad con estruendo, instruye todo el tiempo, lleva su avidez didáctica a cualquier tema.”

De alguna manera este ímpetu emprendedor fue parteaguas para que de ahí en adelante los siguientes Secretarios de Educación Pública comenzaran a privilegiar la cultura tanto como un elemento del desarrollo nacional. Y en consecuencia se le fuera dando importancia desde las agendas políticas.

Es evidente que el siglo XX se inaugura con nobles esfuerzos por educar a toda la población, tanto de manera escrita, a través de la alfabetización, como de manera visual, a través de la pintura. Pero precisamente estos proyectos con gran alcance no deben tener fecha de caducidad, deben ser, en el mejor de los casos, ajustados a las nuevas necesidades pero siempre buscando dar resultados.

### **Bibliografía**

Del Conde, Teresa (2003). *Una visita guiada. Breve historia del arte contemporáneo de México*. México. Plaza Janés.

Fell, Claude (1989). *José Vasconcelos. Los años del águila (1920-1925)*. México. UNAM.

Goldman, Shifra M. (2008). *Perspectivas artísticas del Continente Americano. Arte y cambio social en América Latina y Estados Unidos en el siglo XX*. México. UACM/CENIDIAP/INBA/CNA.

Loyo, Enrique (1997). “La lectura en México 1920-1940”. En *Historia de la lectura en México*. México. Colmex, Centro de Estudios Históricos.

Monsiváis, Carlos (2011). *La cultura mexicana en el siglo XX*. México. El Colegio de México.

Tablada, José Juan (2000). *Arte y artistas. Obras Completas, VI*. México, UNAM.

Zaid, Gabriel (2013). *Dinero para la cultura*. México. DEBATE.

# DISEÑO Y FABRICACIÓN DE FIXTURE PARA LA PIEZA RETRACTOR SHOE EN FRESADORA CNC HAAS MINI MILL EN LA EMPRESA MAQUINADOS RL

Luis Yépiz Robles MAC.<sup>1</sup>, MANI. Teresa de Jesús López Ramírez<sup>2</sup>,  
MANI. Brenda Lizbeth Campos Apodaca<sup>3</sup> y TSU. Abel Fernando Martínez Cruz<sup>4</sup>

**Resumen**—La producción en la empresa Maquinados RL de la pieza “Retractor Shoe” era insuficiente para cubrir la demanda de su cliente, incrementando los costos de producción debido al tiempo extra. Considerando datos para realizar el proceso de diseño de un fixture como: tiempos, medidas, herramientas y materiales; se plantearon 4 prototipos seleccionando el que diera mejores resultados siendo este el prototipo 4; para su fabricación se realizó un cálculo del tiempo y se tomó en cuenta las herramientas para su maquinado, planeando 4 operaciones: corte del bloque, careo, ranurado y acabado final para obtener el fixture. Con la implementación se logra reducir el tiempo de maquinado en 5 segundos por pieza, además del tiempo del ciclo del Retractor Shoe en 20.75 segundos que representa un 18.16%. Un aumento del 26.6% tanto en la producción como en las ganancias por el maquinado y la satisfacción de la demanda del cliente.

**Palabras clave**— Fresadora, Fixture, CNC, CAD CAM.

## Introducción

El maquinado CNC ha tomado gran relevancia en los últimos años debido a que tanto la industria aeronáutica como la automotriz cada vez requieren de mayor calidad y rapidez sus productos y este proceso se logra a través de la precisión y exactitud que caracteriza al maquinado CNC.

La empresa Maquinados RL cuenta con fresadoras manuales y CNC; en la fresadora CNC Haas Mini Mill se realizan 2 operaciones de corte en la pieza Retractor Shoe teniendo un área de oportunidad; el maquinado consiste en realizar 2 barrenos y 1 ranura superior. El ciclo de maquinado es de 196 segundos por 2 pieza con un tiempo promedio de setup de 32.5 segundos un tiempo promedio total de ciclo de 228.5 segundos y una producción por hora de 30 piezas aproximadamente. El stock de la empresa es muy grande y la demanda semanal es de 1,500 piezas cantidad que rebasa la producción en el tiempo normal, trabajando 5 horas extras a la semana. Por lo anterior se decidió usar 2 fresadoras manuales para aumentar a 45 piezas por hora, esto aumenta la producción, pero disminuye la productividad, ya que se necesitan de más recursos para llegar a un 75% de la productividad actual de la fresadora CNC. Con el diseño y fabricación del fixture se aumenta el número de piezas por operación de 2 a 6. Como la posición de las piezas cambia con la implementación se tuvo que generar un nuevo programa CAM reduciendo el tiempo de maquinado en un 18.16%.

## Descripción del Método

### Desarrollo de la Investigación

La investigación se realizó mediante el método de investigación aplicada ya que este estudio es dirigido a la mejora del sector productivo la cual requiere una etapa teórica e investigativa.

La empresa Maquinados RL dedicada a la manufactura de piezas en máquinas CNC recibe una orden de compra de un cliente cuya necesidad es de 1500 piezas por semana, la producción diaria es de 270 piezas, semanal 1,350 teniendo un faltante de 150 piezas para completar la orden, por lo que se recurre a 5 horas extras. Debido a que no se está generando la producción necesaria se decidió usar 2 fresadoras manuales para aumentar la cantidad por hora, las cuales ocupan dos maquinistas para su uso, produciendo 45 piezas por hora, esto aumenta la producción, pero disminuye la productividad, ya que se necesitan de más recursos para llegar a un 75% de la productividad actual de la fresadora CNC Haas Mini Mill.

<sup>1</sup> Luis Yépiz Roble MAC es catedrático de la carrera de Manufactura Aeronáutica área: Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. [lyepiz@gmail.com](mailto:lyepiz@gmail.com)

<sup>2</sup> La MANI Teresa de Jesús López Ramírez es catedrática de la carrera de Manufactura Aeronáutica área: Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. [zapatito79@hotmail.com](mailto:zapatito79@hotmail.com)

<sup>3</sup> La MANI Brenda Lizbeth Campos Apodaca es catedrática Apodaca es Profesora de Operaciones Comerciales Internacionales e Ingeniería en Logística Internacional de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, [isaias-brenda@hotmail.com](mailto:isaias-brenda@hotmail.com).

<sup>4</sup> El TSU Abel Fernando Martínez Cruz es estudiante de Ingeniería en Manufactura Aeronáutica de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. [abel.fer.mtz@gmail.com](mailto:abel.fer.mtz@gmail.com)

La fresadora CNC Haas Mini Mill es la que lleva a cabo la operación de maquinado, realizando dos cortes en la pieza “Retractor Shoe” como se muestra en la figura 1 el maquinado consiste en realizar los dos barrenos y la ranura superior.



Figura 1. Retractor Shoe maquinada

El ciclo de maquinado es de 196 segundos por cada dos piezas que se colocan en la fresadora, se tiene un tiempo promedio de cambio de piezas en la fresadora de 32.5 segundos, dando un tiempo promedio total del ciclo de 228.5 segundos; teniendo una producción por hora de 30 piezas aproximadamente. Esto debido a que las piezas tienen variación en las dimensiones donde se puede sujetar la pieza en la prensa como se muestra en la figura 2.

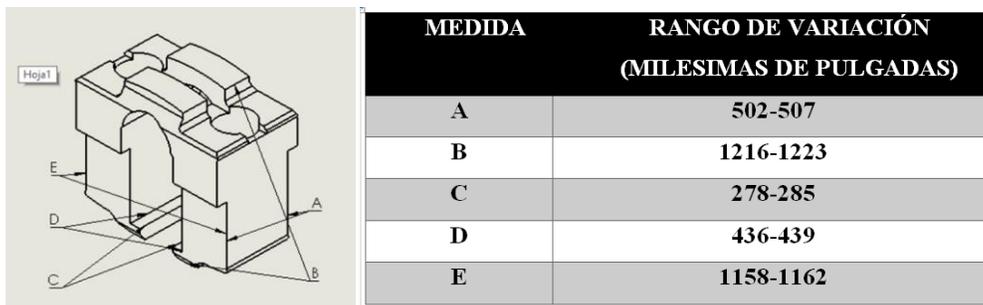


Figura 2. Dimensiones de la pieza que tienen variación

Analizando la información de las variaciones de la figura 2 se detecta que el rango de menor variación se da en la dimensión D con 3 milésimas de pulgada, sin embargo no se considera ya que las pestañas para la sujeción son más débiles y son más susceptibles a dañarse; así mismo la dimensión E con variación de 4 milésimas sería la siguiente opción con menor rango de variación, la cual se descarta ya que la pieza en la parte central del cuerpo no tiene material y debido a esto no podría resistir la presión de la prensa al sujetarla como se muestra en la figura 3.

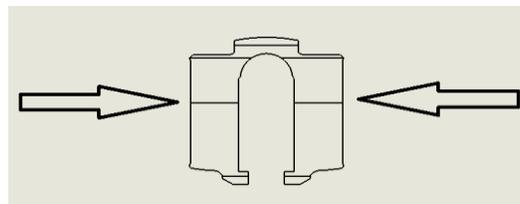


Figura 3. Dimensión E

La tercera opción es la dimensión A con un rango de variación de 5 milésimas de pulgada, se determina que es la más viable ya que al colocar la pieza de tal forma que la ranura quede paralela a la prensa ya que de esta manera se reducen considerablemente el daño a la pieza al momento de sujetarla como se muestra en la figura 4.

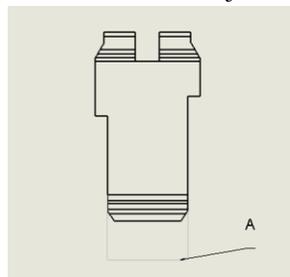


Figura 4. Dimensión A

Para asegurar que la dimensión A no presenta variaciones mayores a 5 milésimas se realizaron 214 muestras obteniendo los siguientes datos que se muestran en el gráfico 1. Donde se observa que las medidas están dentro del rango de variación.

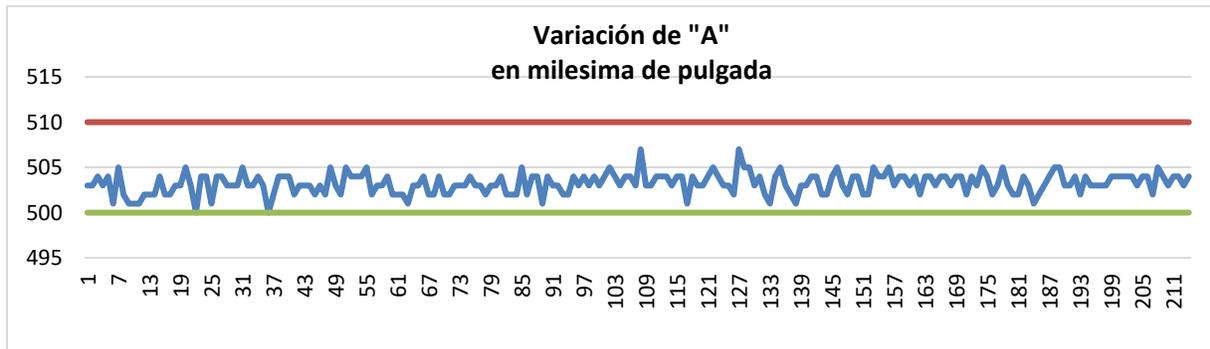


Gráfico 1. Muestreo de la dimensión A

Otra de los aspectos fundamentales a considerar es conocer las propiedades del material a maquinarse así como la herramienta que se utilizara para realizar el trabajo son: la velocidad de avance (Feed Rate) y la velocidad de giro del usillo (Spindle Speed), la pieza Retractor Shoe está hecha de “fierro vaciado”, las herramientas que se utilizan son 1/4” Flat End Mill y 5/32” Flat End Mill las dos de Carburo, tomando en cuenta esto ya es posible calcular lo anterior, para el barrenado el Feed Rate es de 10, el Spindle debe estar en 3300 y para la operación de ranurado el Feed Rate es de 15 pulgadas por minuto, y el Spindle de 4500 Revoluciones Por Minuto (RPM).

Para lograr el diseño del fixture se realizaron 4 prototipos utilizando el software de Diseño Asistido por Computadora (CAD) con el programa Solidworks; el Prototipo 1 y 2 son similares conservando la misma funcionalidad, la diferencia radica en la cantidad de piezas que se pueden colocar como se muestra en la figura 5 en la que se pueden colocar 20 por ciclo, mientras que la figura 6 del prototipo 2 solamente 8 piezas por ciclo de maquinado.

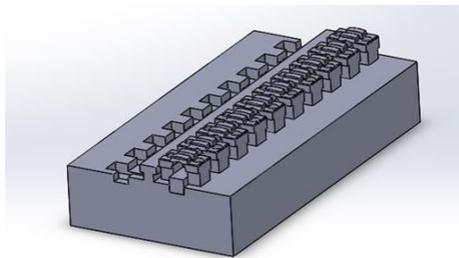


Figura 5. Prototipo 1

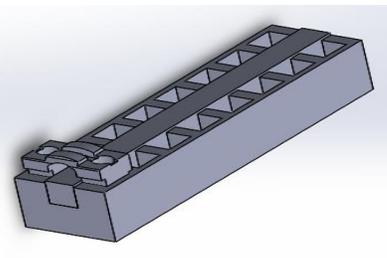


Figura 6. Prototipo 2

Se hacen algunas pruebas con los prototipos 1 y 2 utilizando una barra de medida de 7/16”, medida de ancho del centro de la pieza, después de hacer las pruebas la pieza se abre alrededor de 2 a 3 milésimas más de la medida que tenían antes de introducir la barra de sujeción del fixture.

El prototipo 3 se diseña para que las piezas sean sujetadas de tal manera que la prensa quede de forma paralela a la ranura de las piezas esto implica deshacerse del problema de sujeción y de tener que usar complementos para el fixture como se muestra en la figura 7.

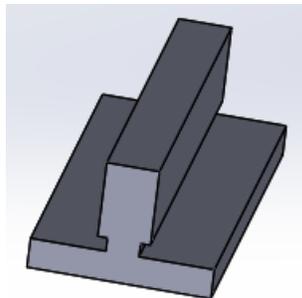


Figura 7. Prototipo 3

Se realiza un cuarto prototipo de fixture, combinando características de los prototipos anteriores, en donde la prensa sujetaría a todas las piezas debido a que estas tienen un acomodo en hilera, la ranura pretende actuar como guía para las piezas y al mismo tiempo impide que las piezas caigan al momento de montar el fixture a la fresadora teniendo esta doble funcionalidad como se muestra en la figura 8.

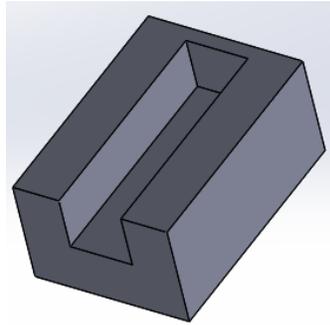


Figura 8. Prototipo 4

Se descartaron los prototipos 1, 2 y 3 debido a que estos no eran funcionales, el prototipo número 4 fue el que por sus características y ventajas se decidió maquinar, considerando lo siguiente: la principal característica que marcó la diferencia entre los otros fixture fue que las piezas son sujetadas directamente con la prensa asegurando una firme sujeción, además de su facilidad en el transporte.

Una vez seleccionado el Prototipo 4 se realiza un cálculo del tiempo que tomará la fabricación del fixture y también se toma en cuenta las herramientas que se necesitarán durante el maquinado, se planea que se hagan 4 operaciones las cuales son: el corte del bloque, careo, ranurado y por último el acabado final como se muestra en las figuras 9, 10, 11 y 12.



Figura 9. Corte de bloque aluminio



Figura 10. Careo



Figura 11. Ranurado



Figura 12. Acabado del fixture

Posteriormente se procedió a la búsqueda del material llegando a la conclusión que el mejor es el aluminio como materia prima para la realización del fixture por sus propiedades ya que este cuenta con alta resistencia, es liviano y además es muy fácil de trabajar en maquinados y las herramientas de corte seleccionadas fueron: una de  $\frac{1}{2}$  y de  $\frac{1}{4}$ . Para la realización del fixture, no hubo costo por el material utilizado ya que este se recicló, el único insumo utilizado fue el del tiempo de operación.

En la figura 13 y 14 se presenta el dibujo del diseño del fixture y la pieza final que se obtuvo.

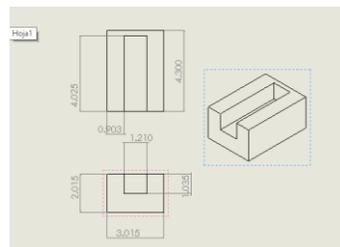


Figura 13. Plano del fixture



Figura 14. Fixture terminado

Como la posición y la cantidad de las piezas cambian con la aplicación del fixture, ahora se colocan 6 piezas ordenadas en hilera se tiene que generar un nuevo programa con la ayuda del software Manufactura Asistida por Computadora (CAM); se cambia el Toolpath Face a Toolpath Face One Pass mejorando el tiempo de operación.

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

Con la implementación del fixture se logra reducir el tiempo de maquinado en 5 segundos por cada pieza, es decir el tiempo de maquinado de cada pieza era de 98 segundos, con la implementación se redujo a 93 segundos por pieza. Además, se logra la reducción de tiempo de ciclo del maquinado del Retractor Shoe: anteriormente por 2 piezas se tenía un tiempo de 228.5 segundos, ahora con 6 piezas se tienen 561 segundos como se muestra en la tabla 1, determinando entonces que antes una pieza era maquinada en 114.25 segundos y posteriormente fue de 93.5 segundos, obteniendo así una diferencia de 20.75 segundos como se muestra en la tabla 2.

Comparación de tiempo de producción de 1 pieza en segundos	
Antes	Después
114.25	93.5

Tabla 1. Comparativo tiempo de ciclo

Comparación de tiempo de ciclo en segundos	
Antes (2 piezas)	Después (6 piezas)
228.5	561

Tabla 2. Comparativo tiempo de producción

Con la reducción del tiempo de maquinado por pieza se observa que la eficiencia del mismo aumenta en un 18.16%. También se puede analizar el aumento del 26.6% en la producción como se muestra en la tabla 3.

Comparación de producción de Retractor Shoe en piezas			
Antes		Después	
Hora	30	Hora	38
Día	270	Día	342
Semana	1350	Semana	1710
Mes	5400	Mes	6840

Tabla 3. Comparativo de producción

Como se puede observar en la tabla 4, la empresa obtuvo un aumento del 26% en ganancias por el maquinado del Retractor Shoe, esto se debe a que al reducir el tiempo de ciclo de maquinado, con la utilización de la misma maquinaria, personal y tiempo ahora se pueden maquinar más piezas y por ende representa mayor ganancia para la empresa.

Comparativo entre remuneración por tiempo en dólares			
TIEMPO	ANTES	DESPUÉS	INCREMENTO % DE GANACIA
Hora	\$ 9.00	\$ 11.4	26.66%
Día	\$ 81.00	\$ 102.6	
Semana	\$ 405.00	\$ 513.00	
Mes	\$ 1,620.00	\$ 2,052.00	

Tabla 4. Comparativo de ganancias

Por último se cumplió con el objetivo de la demanda de 1,500 piezas semanales requerida por el cliente sin recurrir a tiempo extra, incluso se rebasó con 210 piezas la producción semanal ya que ahora se producen 1,710 piezas.

### Conclusiones

La reducción del tiempo en el ciclo de maquinado fue posible al eliminar movimientos innecesarios de Toolpahts que estaban presentes en el programa CNC anterior, el tiempo que es más significativo que ahora se está ahorrando es de carga y descarga de piezas a la fresadora, donde actualmente se ahorra el tiempo de dos cargas por cada 6 piezas.

La implementación del fixture logró aumentar la producción de la pieza "Retractor Shoe" de esta manera se logró alcanzar la meta de producción semanal incluso sobrepasarla, con esto se debe mencionar que se eliminó el tiempo extra que antes era necesario para alcanzar la meta de producción.

### Recomendaciones

Aunque el fixture es ahora funcional puede ser mejorado, se sugiere que se cambie el diseño a otro que se planteó durante la realización del que se muestra en este proyecto, pero que por motivos de tiempo no fue posible concluirlo, este diseño que se propone a la empresa podrá contener aún más piezas sin comprometer la calidad del producto, con esto se mejoraría aún más la cantidad de piezas producidas con relación al tiempo incrementado la producción de "Retractor Shoe".

## Referencias

Dorado, F. J., Sanguino, F. M., & Sánchez, D. S. (s.f.). Comprobación y optimización del programa CNC para el mecanizado por arranque de viruta. MANUAL. ic editorial. Recuperado el 12 de 06 de 2019, de <https://books.google.com.mx/books?id=EJwAgAAQBAJ&pg=PT60&dq=cnc&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjMnJyUOXiAhUJpJ4KHce-D-QQ6AEIZzAH#v=onepage&q&f=false>

Escalante, A., & Zúñiga, J. F. (2016). Ingeniería Industrial Métodos y Tiempos con Manufactura Ágil. México: Alfaomega. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=3Xo4DwAAQBAJ&pg=PT13&dq=asignacion+de+recursos+hombre+maquina&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjFg8yEyOXiAhWVrZ4KHTkDDHgQ6AEILjAB#v=onepage&q=asignacion%20de%20recursos%20hombre%20maquina&f=false>

Galindo, M. y. (08 de 2015). Productividad. Recuperado el 18 de 06 de 2019, de México ¿cómo vamos?: [https://scholar.harvard.edu/files/vrios/files/201508\\_mexicoproductivity.pdf](https://scholar.harvard.edu/files/vrios/files/201508_mexicoproductivity.pdf)

Ingeniería, Diseño y Mecanizados Industriales, S.A. de C.V. (s.f.). indimein. Recuperado el 23 de 06 de 2019, de <http://www.indimein.com.mx/fixtures.html>

Lean Manufacturing10. (10 de 06 de 2019). Lean Manufacturing10. Obtenido de <https://leanmanufacturing10.com/>

López, I. B. (24 de 02 de 2016). IngenieríaIndustrialOnline.com. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>

SEDACEL AUTOMATION. (s.f.). <http://www.sedaceiautomation.com/portfolio-view/manufactura-de-fixtures/>. Recuperado el 23 de 06 de 2019, de <http://www.sedaceiautomation.com/portfolio-view/manufactura-de-fixtures/>

## Notas Biográficas

El **M.A.C. Luis Yépiz Roble** es catedrático de la carrera de Manufactura Aeronáutica área: Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. [lyepiz@gmail.com](mailto:lyepiz@gmail.com)

La **M.A.N.I. Teresa de Jesús López Ramírez** es catedrática de la carrera de Manufactura Aeronáutica área: Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. [zapatito79@hotmail.com](mailto:zapatito79@hotmail.com)

La **M.A.N.I. Brenda Lizbeth Campos Apodaca** es catedrática Apodaca es Profesora de Operaciones Comerciales Internacionales e Ingeniería en Logística Internacional de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, [isaias-brenda@hotmail.com](mailto:isaias-brenda@hotmail.com).

El **TSU Abel Fernando Martínez Cruz** es estudiante de Ingeniería en Manufactura Aeronáutica de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. [abel.fer.mtz@gmail.com](mailto:abel.fer.mtz@gmail.com)

# Evaluación de técnicas de visualización de información

Yessica Del Carmen Zamudio Sangabriel<sup>1</sup>, Dr. Luis Gerardo Montané Jiménez<sup>2</sup>,  
Mtra. Ma. Angélica Torres Huesca<sup>3</sup>

**Resumen**— La visualización de información (VI) es una de las herramientas utilizadas para presentar una gran cantidad de información de forma razonable. La inadecuada elección de una técnica de VI trae consigo algunos errores ya que los usuarios no comprenden la información mostrada en la técnica de VI que se ha elegido y como consecuencia el usuario no pueda tomar decisiones respecto a la información que se le está presentando. La evaluación de las técnicas de VI ayuda a conocer si estas satisfacen las necesidades de los usuarios para mejorar la comprensión de la información en un determinado contexto de uso. Por lo tanto, en este artículo se propone un cuestionario como instrumento de evaluación para las técnicas de VI, el objetivo de este instrumento evaluar 4 diferentes gráficas de barras y circulares, los usuarios prefieren aquellas en donde el color sea diferente y uso de etiquetas para representar información.

**Palabras clave**— Visualización, Evaluación, Heurísticas, gráficas.

## Introducción

La Visualización de la Información (VI) es un campo de investigación que ha cobrado gran relevancia en el panorama actual debido a la gran cantidad de información existentes actualmente. El término “Visualización de la Información” fue acuñado a finales de los años 80, y hasta ese momento, es considerado como un sector de la disciplina Interacción Humano-Computadora (IHC) (Arjona Verdejo, 2016). Card define la Visualización de la Información como el uso de soporte informático, interactivo, representaciones visuales de datos abstractos para amplificar la cognición. El objetivo de las visualizaciones es transformar una estructura en una gráfica, de manera que esta pueda ser visualizada y el usuario pueda interactuar con ella (Card, 1999).

A pesar del progreso en el desarrollo de principios de diseño para una visualización efectiva, muchas de estas técnicas de visualización de información hoy en día exhiben malas elecciones de diseño que dificultan la comprensión de los datos debido a que no es posible tomar decisiones respecto a la información que esta técnica de visualización de información está presentando, resultando visualizaciones poco estéticas (Savva, 2011) Por esto, es necesario evaluar las técnicas de visualización para su uso, diseño e implementación de las visualizaciones.

## Evaluaciones a las técnicas de visualización de información

Los diseñadores en el área de visualización de información deben tomar en cuenta una serie de decisiones para la elección de la representación visual y estilos de diseño. Estas decisiones repercuten en el aspecto de una técnica de visualización de información y pueden tener un profundo efecto en la percepción de esta técnica y en el procesamiento y decodificación de su información por parte de sus usuarios (Forsell, 2010).

Uno de los procesos que podría jugar un rol importante en la elección de una técnica de visualización es la “evaluación” de esta, en contextos o estudios previos donde previamente ha sido aplicada. Por lo tanto, el proceso de evaluar podría desempeñar un papel muy importante para ayudar a que las técnicas de visualización de información cumplan sus objetivos de presentar información de forma resumida y razonable para la toma de decisiones sobre los datos de un contexto particular (Tory, 2005).

Algunas técnicas utilizadas para llevar a cabo la evaluación en técnicas de evaluación son: i) heurísticas de usabilidad o visualización, ii) *Eye tracking* y iii) Test de usuario. Las i) heurísticas de usabilidad y visualización consisten en técnicas donde varios expertos inspeccionan y analizan el diseño en busca de potenciales problemas de usabilidad, comprobando para ello el cumplimiento de principios de diseño usable previamente establecidos los autores que han hecho uso de esta técnica para evaluar son: Freitas et al (2002), Shneiderman & Plaisant (2006), Zuk et al.(2006), Forsell & Johansson (2010), Gleicher(2012), Da Silva et al. (2012), De Oliveira & da Silva (2017), Pillat et al.(2005).

Con relación al ii) el *eye tracking* autores como Blascheck & Ertl (2013) y Kurzhals et al. (2014) han propuesto realizar evaluaciones de las técnicas de visualización de información, empleando un conjunto de tecnologías (hardware y software) para monitorear y registrar la forma en la que una persona mire una determinada

<sup>1</sup> Yessica Del Carmen Zamudio Sangabriel es estudiante de la maestría en Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario en la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. [yeca.zamudio@gmail.com](mailto:yeca.zamudio@gmail.com)

<sup>2</sup> Dr. Luis G. Montané Jiménez académico en la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. [lmontane@uv.mx](mailto:lmontane@uv.mx)

<sup>3</sup> Mtra. Ma. Angélica Torres Huesca es estudiante de Doctorado en Ciencias de la Computación en la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. [mangelica.torresh@gmail.com](mailto:mangelica.torresh@gmail.com)

escena o imagen, es decir, las áreas donde fija su atención, durante cuánto tiempo y qué orden sigue en su exploración visual.

Finalmente, el método de evaluación iii) *test* de usuario, es un método con base en observación, que explora cómo un grupo de usuarios llevan a cabo una serie de tareas encomendadas por el evaluador, analizando los problemas de usabilidad. Existen trabajos (McDonald, 2003) , (Mazza, 2007) y (Adkins, 2016), que consistía en cuestionar a los usuarios sobre la información que se estaba proporcionando en la técnica de visualización de información. Los resultados obtenidos ofrecen evidencia de que algunos usuarios no comprendían la información que se presentaba y por esto la visualización no era la adecuada para el contexto de uso.

En la tabla 1 se puede apreciar los diferentes métodos de evaluación empleados como las heurísticas de usabilidad o visualización, eye tracking y test de usuario que han sido utilizadas para evaluar y las técnicas de visualización de información utilizadas para estos experimentos son diagramas, gráficas, mapas, coordenadas y videos.

Método de evaluación	Técnicas de Visualización de Información				
	Diagramas	Gráficas	Mapas	Coordenadas	Videos
Heurísticas de usabilidad o visualización	Freitas et al. (2002), Shneiderman, & Plaisant (2006).	Zuk et al (2006), Forsell & Johansson (2010), Gleicher (2012), Da Silva et al. (2012).	De Oliveira & da Silva (2017).	Pillat et al. (2005).	
Eye tracking		Santos (2008).	Blascheck & Ertl (2013).		Kurzahls et al. (2014)
Test de usuario	Adkins (2016).	Mazza & Berre (2007).	Mcdonald (2003).		

Tabla 1 Resumen de autores que han aportado a la evaluación de las técnicas de VI

### Diseño de evaluación

Autores como Mazza (2007) sugieren que para poder evaluar las técnicas de visualización de información es necesario conocer si los usuarios son capaces de identificar y determinar los datos que se transmiten con las técnicas de visualización de información y para llevar a cabo esta evaluación utilizan una serie de preguntas, que pretenden explorar si para el usuario, la visualización de información le está siendo útil o no. De este modo, las técnicas de visualización de información también se apoyan de ciertos atributos como el color, tamaños y las etiquetas ya que estos son atributos relevantes para una mejor comprensión de la información (Shneiderman, 2006)-

En esta sección se desarrolla un experimento cualitativo para evaluar la efectividad de una técnica de visualización de información, particularmente para conocer si los usuarios están siendo capaces de identificar y determinar la información presentada en la técnica de visualización. Es por esto, que se ha diseñado un instrumento de evaluación el cual consta de un conjunto de preguntas, las cuales permiten investigar cualitativamente que se puede realizar con los usuarios, haciendo preguntas específicas para obtener información sobre las impresiones y comentarios generales de los usuarios respecto a las técnicas de visualización de información. El instrumento propuesto está dividido en cinco dimensiones, las cuales son: 1) comportamiento, 2) distribución, 3) etiquetas, 4) tamaño y 5) color. Asimismo, se le asigna un puntaje a cada una de las preguntas, obteniendo un total de 6 preguntas, las cuales ayudan a responder si es posible realizar las actividades y si existen estos elementos en la visualización. Estos elementos se muestran en la Tabla 2, donde se aprecian estas 5 dimensiones y sus respectivas preguntas. La primera dimensión de 1) comportamiento, busca conocer si los usuarios son capaces de describir los datos y su comportamiento, por ejemplo, cuál de estos es el mayor o menor en la figura1 se puede observar que el mayor dato es las naranjas y el menor la pera. Para la dimensión de 2) distribución, debe ser posible caracterizar la distribución de los valores de un atributo sobre el conjunto de datos, por ejemplo, si va aumentando y disminuyendo los datos en la figura2 la frecuencia de esta en el eje de las x va en aumento de 1 en 1. La dimensión de 3) etiquetas, se refieren a si el usuario conoce el contexto de los datos, por ejemplo, en la figura2 se está dando a conocer cuál es el deporte favorito. Para la dimensión de 4) tamaño, es posible conocer si la dimensión de la gráfica les ayuda a los usuarios a comprender de mejor manera los datos, por ejemplo, si la gráfica es pequeña a los usuarios se les

dificultara visualizar la información. Por el último, el 5) color, es porque influye en la manera en que los usuarios entienden la información proporcionada, por ejemplo, el uso de una misma tonalidad de color para representar los datos no ayuda a los usuarios a comprender la información representada figura3, mientras que el uso de diferentes tonos de color para representar los datos ayuda los usuarios a visualizar de mejor manera la información figura2.

Dimensión	Pregunta
Comportamiento	¿Cuál de las siguientes técnicas de visualización de información te ayudan a tener una idea del comportamiento de los datos? ¿Te permite distinguir entre los diferentes conjuntos de datos?
Distribución	¿Cuál de estas representaciones te da una imagen clara de la distribución de los datos?
Etiquetas	¿Qué técnica de visualización describe de mejor manera la categoría de los datos?
Tamaño	¿Qué técnica de visualización describe de mejor manera la categoría de los datos?
Color	¿De las siguientes representaciones en cuál considera que los colores ayudan a clasificar mejor los datos?

Tabla 2 Instrumento de evaluación, 5 dimensiones y sus respectivas preguntas

En el experimento participaron 20 usuarios, para responder un cuestionario se les asignó un tiempo de 20 minutos. El experimento se llevó a cabo en un aula de cómputo de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana, donde se identificó que los participantes son estudiantes con mucha experiencia en técnicas de visualización de información como gráficas de barras y circulares., 50% mujeres y el 50% hombres entre 19 y 27 años.

*Caso de estudio*

Para este experimento se elige evaluar cuatro gráficas de barras y cuatro gráficas circulares como técnica de visualización de información, esta decisión es tomada después de analizar la Tabla 1 en donde se puede notar que la visualización más elegida son las gráficas. Las gráficas se obtuvieron de diferentes fuentes como la página oficial de INEGI<sup>4</sup>, libros digitales de estadística y algunas otras como de navegadores web.

Se buscaron aquellas gráficas donde existiera una misma tonalidad de color y otras en donde se hiciera uso de colores diferentes, diferente grosor en el tamaño de las barras para así poder ver cómo influyen estos atributos a entender el comportamiento y la distribución de la información.

*Materiales*

Los materiales utilizados para llevar a cabo el experimento fueron los siguientes:

- Plataforma de software *Google Form*
- 8 laptops
- Imágenes de gráficas de barras
- Imágenes de graficas circulares

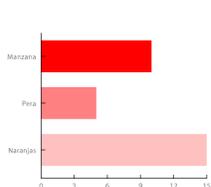


Figura 1.Barra B1

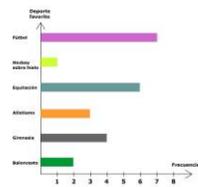


Figura 2.Barra B2

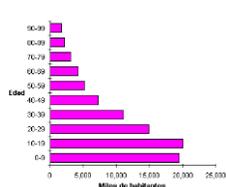


Figura 3.Barra B3

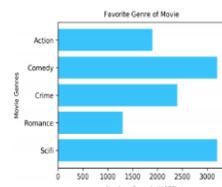


Figura 4.Barra B4

<sup>4</sup> <https://www.inegi.org.mx/>

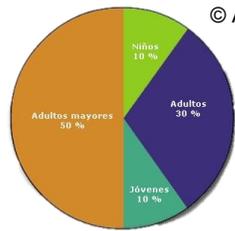


Figura 5 Circular C1

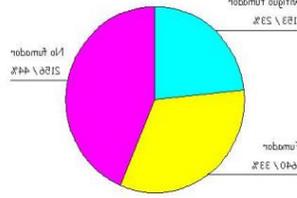


Figura 6 Circular C2



Figura 7 Circular C3

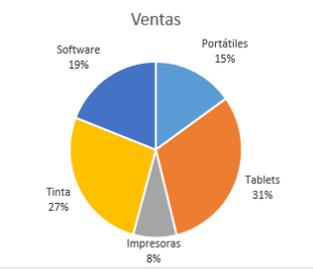


Figura 8 Circular C4

### Procedimiento

Se reunió a los 20 participantes de la encuesta y se explicó en un tiempo aproximado de 5 minutos en qué consistía la evaluación, se les compartió un enlace del cuestionario en donde se debían responder seis preguntas de opción múltiple. En este punto, es importante señalar que las opciones eran imágenes, ya que se busca evaluar técnicas de visualización de información. Para esto, cada participante tuvo un tiempo de 15 min para contestar el cuestionario.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En la Figura 9 se pueden observar los resultados de cada una de las preguntas realizadas para las gráficas de barras y en la Figura 10 se visualizan los resultados para las gráficas circulares.

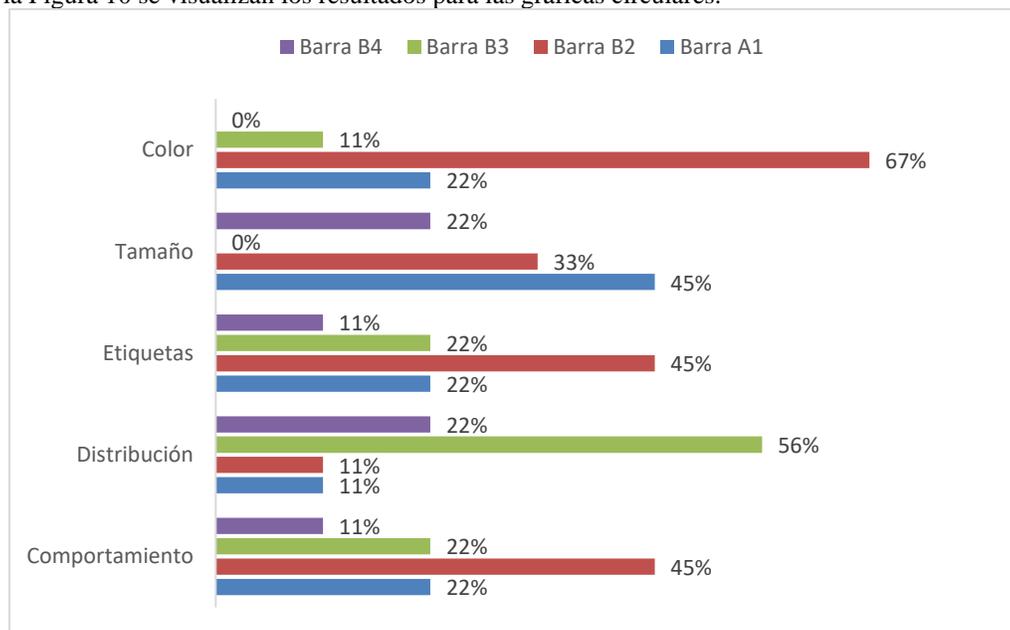


Figura 9 Resultados de evaluación gráficas de barras

La técnica de visualización de información para las gráficas de barras más elegida por los participantes y que cumple con la mayoría de los criterios fue la gráfica "Barra B2". Ya que los usuarios la eligieron porque piensan que esta gráfica ayuda a identificar el comportamiento de los datos y a etiquetar la información de mejor manera. Asimismo, esta permite visualizar de mejor manera los datos gracias al uso de los diferentes colores para la representación de la información, y siendo importante mencionar que el tamaño de la visualización con mayor elección es la "barra B1" ya que el grosor de las barras es mayor comparada con las otras graficas de barras y para la distribución de información la "barra B3" ya que simula que la información esta ordenada de menor a mayor.

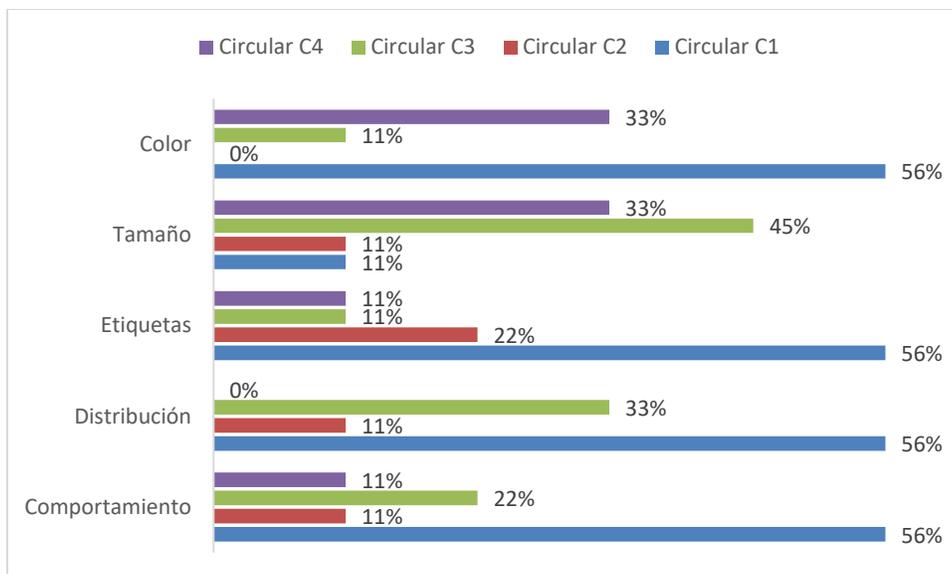


Figura 10 Resultados de evaluación gráficas circulares

Mientras que, para las técnicas de visualización de información de gráficas circulares, el que tuvo mayor incidencia con los participantes es la “Circular C1” y esta fue seleccionada para 4 de las 5 dimensiones. Específicamente para el comportamiento, distribución y etiquetar la información y que además los colores utilizados dan una idea del comportamiento de los datos y el tamaño que los usuarios prefieren es el de la circular C3 porque permite ver la información que contiene.

#### Conclusiones

Desde que nace la interacción humano computadora surge la necesidad de conocer si el software es usable o no, sucede lo mismo con las técnicas de visualización de información, donde se busca que estas últimas además de ser usables, ayuden a entender y percibir el comportamiento de un conjunto de datos. Por esto es importante la efectividad de estas, en la cual los usuarios deben ser capaces de identificar el comportamiento de la información, y la distribución de un conjunto de datos y a su vez las etiquetas para que los usuarios entiendan el contexto y los diferentes conjuntos de datos. De este modo, se busca un buen tamaño en estas para que los usuarios puedan tomar decisiones respecto a la información presenta en la técnica de visualización de información. Finalmente, una de las dimensiones que más destaca en el instrumento propuesto es el color, el cual se encontró evidencia de que cumple un papel muy importante en las técnicas de visualización de información debido a que esto ayuda a los usuarios a entender que está pasando con los datos. Una de las principales características que el ojo humano tiene es la captación del color, siendo esto relevante al momento de diseñar las técnicas de visualización de información con las características antes mencionadas.

#### Recomendaciones

Como trabajo a futuro se busca realizar una evaluación automatizada con entrenamiento de los datos recolectados en la evaluación, tomando en cuenta las mismas dimensiones presentadas en la propuesta de instrumento, y se espera tener como resultado de la evaluación de estos elementos, una medida de las técnicas de visualización de información automatizada.

#### Referencias

- Adkins, J. K. (2016). Progression of a Data Visualization Assignment. *Information Systems Education Journal*, 14(6), 20.
- Arjona Verdejo, F. (2016). La visualización de la información como metodología de enseñanza-aprendizaje en estudios b-learning de Diseño Gráfico
- Blascheck, T., & Ertl, T. (2013). Techniques for Analyzing Empirical Visualization Experiments Through Visual Methods. In *KIK@ KI* (pp. 44-51).
- Card, M. (1999). *Readings in information visualization: using vision to think*. Morgan Kaufmann.
- da Silva, I. C. S., Freitas, C. M. D. S., & Santucci, G. (2012, October). An integrated approach for evaluating the visualization of intensional and extensional levels of ontologies. In *Proceedings of the 2012 BELIV Workshop: Beyond Time and Errors-Novel Evaluation Methods for Visualization* (p. 2).

- de Oliveira, M. R., & da Silva, C. G. (2017). Adapting Heuristic Evaluation to Information Visualization-A Method for Defining a Heuristic Set by Heuristic Grouping. In VISIGRAPP (3: IVAPP)(pp. 225-232).
- Forsell, C., & Johansson, J. (2010, May). An heuristic set for evaluation in information visualization. In Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces (pp. 199-206).
- Freitas, C. M., Luzzardi, P. R., Cava, R. A., Winckler, M., Pimenta, M. S., & Nedel, L. P. (2002, May). On evaluating information visualization techniques. In Proceedings of the working conference on Advanced Visual Interfaces (pp. 373-374).
- Gleicher, M. (2012, October). Why ask why? Considering motivation in visualization evaluation. In Proceedings of the 2012 BELIV Workshop: Beyond Time and Errors-Novel Evaluation Methods for Visualization (pp. 1-3).
- Kurzahls, K., Bopp, C. F., Bässler, J., Ebinger, F., & Weiskopf, D. (2014, November). Benchmark data for evaluating visualization and analysis techniques for eye tracking for video stimuli. In Proceedings of the fifth workshop on beyond time and errors: novel evaluation methods for visualization (pp. 54-60).
- Mazza, R., & Berre, A. (2007, July). Focus group methodology for evaluating information visualization techniques and tools. In 2007 11th International Conference Information Visualization (IV'07) (pp. 74-80). IEEE
- McDonald, D. W. (2003, April). Recommending collaboration with social networks: a comparative evaluation. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (pp. 593-600).
- Pillat, R. M., Valiati, E. R., & Freitas, C. M. (2005, October). Experimental study on evaluation of multidimensional information visualization techniques. In Proceedings of the 2005 Latin American conference on Human-computer interaction (pp. 20-30).
- Pretorius, M. C., Calitz, A. P., & van Greunen, D. (2005, July). The added value of eye tracking in the usability evaluation of a network management tool. In Proceedings of the 2005 annual research conference of the South African institute of computer scientists and information technologists on IT research in developing countries (pp. 1-10). South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists.
- Santos, B. S. (2008). Evaluating visualization techniques and tools: What are the main issues. In the 2008 AVI Workshop on Beyond Time and Errors: Novel Evaluation Methods For information Visualization (BELIV'08).
- Savva, M., Kong, N., Chhajta, A., Fei-Fei, L., Agrawala, M., & Heer, J. (2011, October). Revision: Automated classification, analysis and redesign of chart images. In Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology (pp. 393-402).
- Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2006, May). Strategies for evaluating information visualization tools: multi-dimensional in-depth long-term case studies. In Proceedings of the 2006 AVI workshop on BEyond time and errors: novel evaluation methods for information visualization (pp. 1-7).
- Tory, M., & Moller, T. (2005). Evaluating visualizations: do expert reviews work?. *computer graphics and applications*, 25(5), 8-11.
- Winkler Pettersson, L. (2008). Collaborative Visualization: Designing and evaluating systems for co-located work (Doctoral dissertation, Acta Universitatis Upsaliensis).
- Zuk, T., Schlesier, L., Neumann, P., Hancock, M. S., & Carpendale, S. (2006, May). Heuristics for information visualization evaluation. In Proceedings of the 2006 AVI workshop on BEyond time and errors: novel evaluation methods for information visualization (pp. 1-6).

# EVENTOS ADVERSOS EN BLOQUEOS NEUROAXIALES: REPORTE DE UN CASO DEL CENTRO DE ESPECIALIDADES MÉDICAS DEL INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL DEL ESTADO DE TABASCO

MPSS. Ileana Guadalupe Zapata Hernández<sup>1</sup>, EA. Amanda Vargas Jiménez<sup>2</sup> y M en C. Elizabeth Carmona Díaz<sup>3</sup>

**Resumen**— La anestesia neuroaxial, desde sus inicios hace más de cien años ha evolucionado de manera impresionante; por lo que, a lo largo de este tiempo, se han estudiado los beneficios, complicaciones y secuelas, que se pueden presentar durante la realización de la misma, lo que ha llevado de manera cotidiana a ir mejorando las técnicas de aplicación.

Este trabajo nos permitirá conocer cuáles son las diferencias entre los conceptos básicos de complicaciones, evento centinela, iatrogenia, error médico y eventos adversos, para identificarlos de manera oportuna, con la finalidad de evitar secuelas permanentes en los pacientes.

La importancia del rápido reconocimiento de las lesiones nerviosas, radica en la posibilidad de iniciar de manera oportuna el tratamiento médico, orientado a disminuir las secuelas neurológicas permanentes.

Es importante que el paciente entienda y comprenda cada uno de los eventos adversos que se pueden presentar durante el procedimiento y con la ayuda del mismo identificarlos.

**Palabras clave**— Anestesia, Bloqueo Neuroaxial, Parestesia, Complicaciones.

## Introducción

Actualmente los eventos adversos (EA) en cualquier especialidad son pocos documentados y estudiados, debido al miedo a reconocer los errores y las secuelas que estos mismos ocasionan en los pacientes y sobretodo reconocer que se pudo evitar los mismos.

En el área de anestesiología los EA deben de ser explicados a los pacientes de manera clara, con la finalidad que estos; en caso de presentarse sean identificados de manera oportuna, debido a las secuelas permanentes que ocasionan, si no se identifican inmediatamente, especialmente en las técnicas de anestesia neuroaxial (AN).

Las técnicas en AN, no están exentas de riesgos o EA destacándose los de tipo neurológico ya que actualmente equivalen al 15% del total de las demandas que llegan a la American Society of Anesthesiologists (ASA) por mal praxis. En México y seguramente en toda Latinoamérica el problema parece ser menor. Por otro lado, si bien ya se menciona que los EA en anestesiología son temas poco debatidos, no solo porque el propio anestesiólogo teme se le cuestione por su técnica o metodología, también se debe mencionar que tanto el cirujano como el paciente no quieren saber de las complicaciones. Dando como resultado que son temas esporádicamente comentados en los congresos, en los cursos de actualización y en la literatura médica, y esto es debido a que hay poco patrocinio para escribir sobre el tema. (Marrón-Peña et al. 2008)

Whizar-Lugo y Flores-Carrillo (2006) comentan acerca del primer paciente que anestesió por vía raquídea por el Dr. August Karl Gustav Bier quien tuvo la primera complicación descrita en anestesia neuroaxial; era el 16 de agosto de 1898. Bier le había inyectado 15 miligramos (mg) de cocaína al 0.5% a través de un trocar # 14 y el paciente desarrollo severo dolor de cabeza.

Las complicaciones neurológicas debidas a los procedimientos de anestesia neuroaxial son las más frecuentes y las que dejan un mayor número de secuelas. Es importante conocer y dejar claro las diferencias que existe entre los conceptos básicos y complicaciones de otros términos que pueden llegar a confundirse o incluso creer que se habla de lo mismo:

*Complicación:* Es el fenómeno que sobreviene durante el curso de una enfermedad, o de un procedimiento médico,

<sup>1</sup> MPSS. Ileana Guadalupe Zapata Hernández: Medico Pasante de Servicio Social en el Centro Universitario de Simulación y Entrenamiento en Soporte Vital en la División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [ilezapatha@gmail.com](mailto:ilezapatha@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> EA. Amanda Vargas Jiménez. Médico Adscrito al Servicio de Anestesiología en el Centro de Especialidades Médicas del Instituto de Seguridad Social del Estado de Tabasco, México.

<sup>3</sup> M en C. Elizabeth Carmona Díaz. Profesor Investigador de la División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [elizadiaz1@hotmail.com](mailto:elizadiaz1@hotmail.com)

sin ser propio de ella.

*Iatrogenia:* Este es originado por el médico o los medicamentos.

*Error médico:* Es una conducta clínica equivocada en la práctica médica, como consecuencia de la decisión de aplicar un criterio incorrecto.

*Eventos centinela:* Son un hecho inesperado, no relacionado con la historia natural de la enfermedad, que produce la muerte del paciente, una lesión física o psicología grave o el riesgo de sufrirlas a futuro.

*Evento Adverso:* Es un hecho inesperado no relacionado con la historia natural de la enfermedad, como consecuencia del proceso de atención médica.

Los EA relacionados con un acto médico es actualmente, el término aceptado para describir una complicación, iatrogenia, error médico, o un efecto colateral secundario a la aplicación de fármacos o de algunas técnicas invasivas como es la anestesia. Las complicaciones neurológicas más comunes de la anestesia neuroaxial se describen en la *Tabla 1*, de acuerdo al tipo y sus manifestaciones.

Cuando se reporte en el expediente un incidente o accidente anestésico, se propone usar las palabras “Eventos adversos”, ya que en términos legales son mejor aceptados e implican menor responsabilidad para el médico, colaboradores y de quien las anoto en el expediente clínico o de quien resulte responsable. (Marrón-Peña et al. 2008)

TIPO	MANIFESTACIONES
<b>TOXICIDAD POR ANESTÉSICO LOCAL (AL)</b>	
Sistémicas	Crisis convulsivas
Locales	Síndrome de irritación transitoria
<b>PUNCIÓN DURAL</b>	
	Cefalea, Hipertensión intracraneal
<b>TRAUMÁTICAS</b>	
Por la aguja	Cefalea, Dolor referido
Por el catéter	Dolor Referido súbito
Por sangrado	Dolor lumbar, Parestesias, Pérdida del control de esfínteres
<b>QUÍMICAS</b>	
Por el AL	Parestesias, Dolor, Incontinencia Esfinteriana
Por los aditivos	¿Aracnoiditis?
Por conservadores	¿Aracnoiditis?
<b>INFECCIONES</b>	
Meningitis	Fiebre, dolor
Aracnoiditis	Dolor, Déficit neurológico
Absceso peridural	Fiebre, Dolor. Tumefacción
<b>POR INYECCION DE AIRE</b>	
Peridural	Síndrome de compresión medular, cefalea, nausea, vomito
Subaracnoideo	

Tabla 1. Complicaciones neurológicas de la anestesia neuroaxial. Fuente: Adaptado (Whizar-Lugo y Flores-Carrillo. 2006)

### Descripción del Método

Se realizó una revisión intencionada de los censos diarios de cirugías realizadas bajo bloqueo neuroaxial del Centro de Especialidades Médicas del Instituto de Seguridad Social del Estado de Tabasco (CEMI), en el periodo comprendido del 01 de octubre del 2018 al 31 de marzo de 2019, durante el cual se realizaron 1212 cirugías bajo esta técnica anestésica, dentro del cual se reportó el hallazgo de un caso, el cual se describe de manera detallada a continuación:

#### Caso clínico:

Paciente femenina de 54 años de edad, con diagnóstico de Pos operada de apendicetomía abierta, bajo bloqueo neuroaxial dosis única con aguja whitacre # 25 corta, entre el espacio lumbar de L1-L2. Valoración pre anestésica: ASA III, Riesgo quirúrgico: Urgencia III-B, Riesgo Trombo Embólico: Elevado, Riesgo Respiratorio: Alto, Índice de Predicción de Intubación Difícil (IPID): Elevado. Antecedentes de Hipertensión Arterial Sistémica (HAS) de recién diagnóstico, sin tratamiento médico, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) con mal apego al tratamiento, alergias y cirugías previas negadas. obesidad grado III. Laboratorios: hemoglobina de 12.6 gr,

Hematocrito 38.2%, Leucocitos de 15,400, Tiempo de Protrombina (TP) 14.5 segundos, Actividad, Tiempo Parcial de Protrombina (TPT) 26.4 segundos.

Inicia su padecimiento actual 6 horas posterior al evento quirúrgico el día 10 de octubre 2018 ha las 23:55 hrs, con dolor ardoroso en el primer orjeo y la región plantar de miembro pélvico derecho.

Durante el procedimiento anestésico, se coloca paciente en decúbito lateral izquierdo, se realiza asepsia y antisepsia de la región dorso lumbar e identifica y aborda espacio intervertebral L1-L2, con aguja whitacre # 25 corta, se observa salida de líquido cefalorraquídeo de características macroscópicas normales y deposita dosis de Bupivacaina isobárica 10 mgs, al administrar la mitad de la dosis refiere parestesias y dolor ardoroso en miembro pélvico derecho, se retira aguja whitacre y se posiciona paciente en decúbito supino, se inicia manejo con ketorolaco 60 mgs, dexametasona 8 mgs Intravenosa (IV), metilprednisolona 500 mgs IV. Al termino del procedimiento quirúrgico se pasa unidad de cuidados post anestésicos, bajo vigilancia por el servicio de anestesiología.

Durante la recuperación postquirúrgica se continua con el manejo establecido por el servicio, con dexametasona 8 mgs cada 8 hrs y gabapentina 300 mgs vía oral (VO) cada 12 hrs.

Es revalorada el día 13 de octubre 2018 22:30 horas, encontrándose paciente asintomática por lo cual se decide su egreso con tratamiento médico y cita al servicio para vigilancia y seguimiento de las secuelas.

La paciente no acudió a su cita a neurología clínica ni tuvo ningún ingreso posterior a su fecha de alta.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En un periodo de 6 meses se realizaron 2573 intervenciones quirúrgicas de las diferentes especialidades, en las 5 salas de quirófanos del CEMI, de las cuales 1212 fueron bloqueos neuroaxiales, en estos procedimientos se identificó la presencia de un solo evento adverso, siendo este del tipo Neurológico específicamente Parestesia, en cuyo caso se usó bloqueo Neuroaxial subdural como técnica anestésica. Ver *Tabla 2*.

Cirugías realizadas del 01/10/18 al 31/03/19	2573
Anestesia General	799
Anestesia Neuroaxial (AN).	1212
Anestesia Local (AL)	562
Eventos Adversos	1
Porcentaje de EA	0.08%

Tabla 2: Total en el periodo de 01 de octubre del 2018 al 31 de marzo del 2019 (tomado del censo de las hojas diarias de quirófano)

#### Parestesia

Es una sensación eléctrica, de disparo, ardor o dolor e miembros inferiores, región glútea o perineo. (López-Riascos y Carrillo-Torres. 2017). Si bien es un EA del tipo neurológico en el procedimiento perioperatorio, se requiere un adecuado diagnóstico y seguimiento, con el fin de prevenir posibles lesiones permanentes, que pudieran deteriorar la calidad de vida de los pacientes. Si la parestesia es persistente, sigue un dermatomo y mejora, sólo requiere observación hasta que desaparezca; si no mejora, empeora, aparecen otros síntomas sensoriales más extendidos, compromiso motor o si el dolor es extremo y de tipo neuropático, se debe realizar Resonancia Magnética Nuclear (RMN) de columna e interconsulta con neurología. Si la RMN no es posible en las primeras 24 horas, la decisión de iniciar el tratamiento tendría que hacerse de acuerdo con la relación individual riesgo beneficio del paciente.

Este tratamiento puede llevarse a cabo con antiinflamatorios esteroideos y no esteroideos (AINE), anticonvulsivantes, antidepressivos tricíclicos y agonistas de los receptores adrenérgicos alfa 2. De los medicamentos empleados, la metilprednisolona es la más esencial, administrada en dosis y posología recomendadas, ya que su efecto antiinflamatorio es notable y superior al de los otros cortico esteroides.

La administración rápida de cortico esteroides intravenosos y AINES debe ser considerada con la esperanza de evitar que la respuesta inflamatoria inicial, que es breve, evolucione hacia la fase proliferativa de la aracnoiditis y por el contrario, sea dirigida hacia una función restaurativa, porque de no ser así, esta etapa desarrolla mayor tejido cicatricial, fibrosis y adherencias entre las mismas raíces o bien con la pared interna del saco dural, impidiendo el movimiento natural del tejido nervioso por anclamiento. Esto, a su vez, condiciona dolor en el paciente al movimiento. (López-Riascos y Carrillo-Torres. 2017)

La ventana de oportunidad para tratar o reducir el proceso inflamatorio de la aracnoides estará disponible sólo por tres meses después del evento adverso que inició este cuadro clínico. Posteriormente las lesiones son permanentes y los síntomas de por vida. Ver la *Figura 1* del Algoritmo de Tratamiento de Parestesias en Anestesia Neuroaxial.

El perfil de riesgo de los esteroides en el postoperatorio se desconoce y es probable que sea mayor que en el período postraumático en términos de riesgo de infección y potenciales efectos adversos en la cicatrización de heridas. (López-Riascos y Carrillo-Torres. 2017)

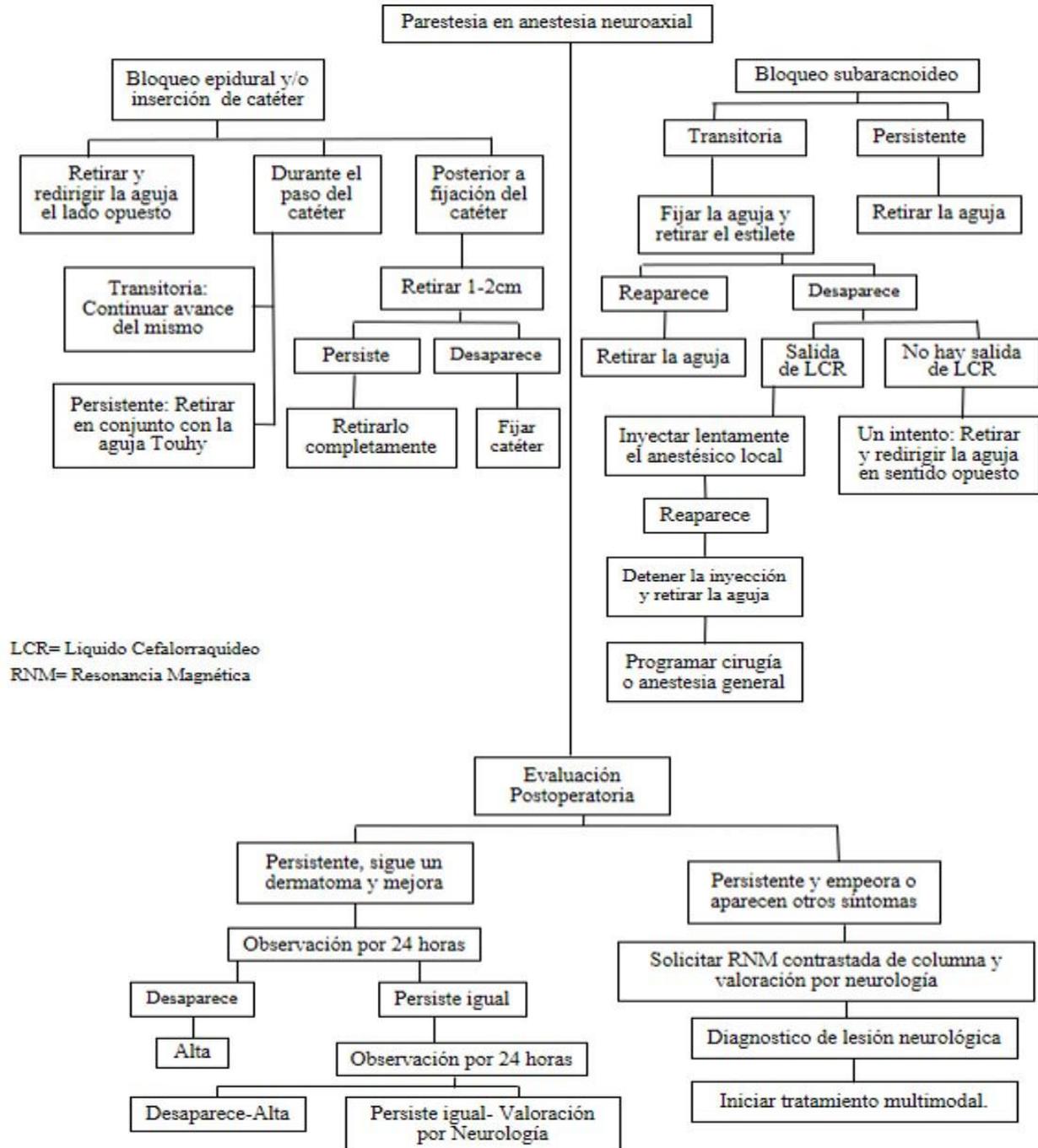


Figura 1: Algoritmo de tratamiento de parestesias en anestesia neuroaxial. (López-Riascos y Carrillo-Torres. 2017)

### *Conclusiones*

Como se ha revisado en la literatura, la anestesia regional ofrece al paciente un procedimiento anestésico seguro y con una baja tasa de presentación de EA, especialmente en los pacientes que son sometidos a cirugías de abdomen inferior y miembros pélvicos.

Para evitar o disminuir la presentación de los EA en cualquier procedimiento anestésico a realizar siempre se debe individualizar al paciente y conocer cuáles son las contraindicaciones de los mismos, con la finalidad de ofrecer una técnica adecuada de acuerdo a las necesidades especiales de los mismos.

Posterior a la revisión de las estadísticas del número de procedimientos de anestesia Neuroaxial, que se realizaron en el CEMI e independientemente de la valoración ASA de los pacientes, se puede decir que el número de EA que se presentaron en los BN fueron menor del 1%, específicamente de 0.08% de incidencia, con estos resultados se coincide con la literatura existente sobre que la anestesia regional es segura en un gran número de pacientes.

Si bien, siempre será un factor determinante la valoración pre anestésica integral del paciente, para elegir la técnica anestésica adecuada en los mismos, se debe informar de manera clara los beneficios y las posibles complicaciones que se puedan presentar durante y posterior a la aplicación de la misma, haciendo saber al paciente que nadie está exento de que los posibles Eventos Adversos se presenten.

### **Referencias**

Dr. Manuel Marrón-Peña, Dra. Laura Silva-Blas, Dr. Flavio Páez-Serralde, Dr. Humberto Uribe-Velázquez. (2008). *Eventos adversos de la anestesia-analgésia neuroaxial, definiciones y clasificación*. Revista Mexicana de Anestesiología, 31(1), s265-s268.

Dr. Víctor M. Whizar-Lugo, Dr. Juan c. Flores-carrillo. (2006). *Complicaciones neurológicas de la anestesia neuroaxial*. Anestesia en México, 18(3), 133-144.

Dra. Suleydi Daniela López-Riascos y Dr. Orlando Carrillo-Torres (2017). *Tratamiento de parestesias durante la aplicación de anestesia neuroaxial*. Revista Mexicana de Anestesiología, 40(3), pp 207-215

Dr. G. Manuel Marrón-Peña. (2017). *Eventos adversos de la anestesia neuroaxial ¿Qué hacer cuando se presentan?* Revista Mexicana de Anestesiología, 30(1), s357-s375.

# SIMULACIÓN DE UN ALGORITMO DE UNA RED NEURONAL PARA LA PREDICCIÓN DEL PAGO ELECTRICO DE UN CLIENTE LIBRE EN CHILE MEDIANTE MATLAB

Ing. Guillermo Zarate Sampedro<sup>1</sup>, Dr. Rafael Ordoñez Flores<sup>2</sup>,  
Dr. Luis García Santander<sup>3</sup> y Ing. Edgar Uriel Martínez Carmona<sup>4</sup>

**Resumen**—La liberación del mercado y las integraciones energéticas regionales han causado una gran incertidumbre sobre la evolución de los precios de la energía eléctrica en Chile, donde es necesario contar con una predicción de costo de electricidad. El presente estudio busca resolver la problemática que tiene el consumidor libre en Chile, al no saber cuál será su pago (USD/KWh) por su consumo de energía eléctrica al finalizar su corte de facturación. La metodología a utilizar, se enfoca en dar a conocer un aproximado del pago total de facturación en un lapso de 15 días, utilizando datos reales históricos como son: consumo energético histórico, precio histórico de la energía eléctrica, así como también tomando en cuenta la hora del consumo energético. Finalmente se obtienen los resultados aproximados a pagar, empleando redes neuronales por medio del método de perceptrón.

**Palabras clave**—Pronóstico, pago, cliente libre, red neuronal.

## Introducción

El comportamiento de los precios de electricidad en general se determina por la oferta y la demanda. Un elemento importante para los consumidores que se encuentran en los mercados de la electricidad es el pronóstico del pago total en su facturación en corto, mediano y largo plazo.

Varios autores han propuesto diferentes modelos de pronóstico del precio de la electricidad en corto plazo, es decir al día siguiente. (Nogales, 2015 y Contreras, 2015) utilizan respectivamente modelos de series de tiempo y modelos autor regresivos e integrados de promedios móviles (ARIMA) para pronosticar el precio de la electricidad del día siguiente. Su aplicación a los mercados de California y de España mostró errores medios inferiores al 10%. Ante el comportamiento no lineal de este tipo de variables económicas, se han propuesto nuevos métodos basados en diferentes estructuras de redes neuronales (Amjady y Hemmti, 2016). Los resultados con redes neuronales fueron evaluados con datos de los mercados eléctricos de España y PJM (Pennsylvania- New Jersey – Maryland), mostrando siempre un mejor desempeño que los métodos ARIMA y GARCH. La principal característica de las redes neuronales de permitir establecer relaciones lineales y no lineales entre entradas y salidas de un sistema ha hecho posible mostrar su aplicabilidad en mercados de alta volatilidad en diversas áreas de la ingeniería y las finanzas (Villada, 2015).

En otra aplicación, entrenaron una red neuronal multicapa para pronosticar el próximo precio de la electricidad en el mercado australiano utilizando como entradas los datos de tres días anteriores en relación al precio, las reservas del sistema y de la demanda de potencia. Los resultados encontrados mostraron gran superioridad de las redes neuronales en comparación con las técnicas de regresión lineal convencionales utilizadas por la empresa.

Teniendo esa facilidad de poder obtener una idea del pago total de facturación hacia el cliente, en particular se espera que los consumidores respondan reduciendo o desplazando su consumo de horas del día en las que el precio de la electricidad es más elevado o en las que peligran la fiabilidad del sistema.

Durante los últimos años se han desarrollado trabajos basados en lógica difusa y en la combinación de ésta con redes neuronales conocida como sistemas neuro-difusos en diferentes campos de la ingeniería y la economía, donde se presentaron un modelo para el pronóstico del precio horario de la energía eléctrica.

Independientemente del enfoque de las investigaciones pasadas sobre el pronóstico del precio de electricidad, esta investigación es enfocada más a el precio total de facturación hacia los clientes, tomando en cuenta los precios más

<sup>1</sup> Ing. Guillermo Zarate Sampedro estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [guillermo\\_zarate18@hotmail.com](mailto:guillermo_zarate18@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dr. Rafael Ordoñez Flores profesor investigador del Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. México. [rafael.ordonezf@gmail.com](mailto:rafael.ordonezf@gmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Luis García Santander profesor investigador de la Universidad de Concepción, Concepción Chile. [Luis.garcia@udec.cl](mailto:Luis.garcia@udec.cl)

<sup>4</sup> Ing. Edgar Uriel Martínez Carmona estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [urielmtz9405@gmail.com](mailto:urielmtz9405@gmail.com)

baratos por cada proveedor existentes en Chile, así como los diferentes consumos históricos de electricidad y el horario en el que se realiza el consumo por parte del cliente. La omisión del pronóstico de pago crea algunos conflictos para el consumidor en donde no pueden cuando extender o recortar su consumo eléctrico. En éste trabajo se analiza el caso real de un cliente industrial (cliente libre) emplazado en la Región del Bio Bio en Chile, donde se incorpora una gestión económica, conllevando a que el cliente pueda tomar decisiones más precisas acerca de su consumo energético.

## Descripción del Método

### *Análisis del problema*

Actualmente en Chile, se puede realizar una gestión de energía eléctrica tanto para su consumo como para la compra de energía, sin embargo, en la actualidad no existe una herramienta que sea accesible a los consumidores para poder darles a conocer, cuál será su pago aproximado de su total de facturación, esto no se ha implementado, ya sea por desconocimiento u otro factor. Al no saber un aproximado de su pago de electricidad, los consumidores no pueden realizar un ahorro energético más preciso tomando en cuenta el precio de energía de acuerdo al horario en el que se consume.

### *Diseño e implementación*

Para cumplir el objetivo de predecir los valores de pago de electricidad, se elige un perceptron multicapa (MLP, por sus siglas en inglés), entrenado con el algoritmo de aprendizaje de propagación de los errores hacia atrás (BP, por sus siglas en inglés), como argumento de una red de aprendizaje supervisado.

En la selección de valores de entrada, se cuenta con lecturas del consumo energético (KWh), el costo de energía por hora (KWh) así como el registro de la hora en la que fue consumida, dichas lecturas han sido tomadas en intervalos de 15 minutos por un periodo de 7 meses a partir del 01 de abril comenzando desde las 00:00 horas, y concluyendo el 31 de octubre a las 23:45 horas del año 2019, cabe recalcar que para la predicción del pago de facturación del cliente solo se toman los datos de los primeros, 15 días del mes de abril así como su pago que se realizó en ese tiempo. Este periodo de días se tomó, debido que se pretende saber cuánto se deberá pagar del 15 al 30 de abril, en la tabla 1 se muestra como se tomaron los datos de entrada (se recalca que por el gran número de variables solo se muestran las dos primeras horas, con el fin de tener el conocimiento del orden de cómo se toman las variables).

Hora de consumo	Valores de consumo (KWh)	Precios de electricidad (USD/KWh)	Pago (USD/MWh)
01/04/2019 - 00:00:00	70.875	62.7	4.44
01/04/2019 - 00:15:00	68.625	62.7	4.30
01/04/2019 - 00:30:00	69.375	62.7	4.34
01/04/2019 - 00:45:00	70.5	62.7	4.42
01/04/2019 - 01:00:00	72.375	45.4	3.28
01/04/2019 - 01:15:00	74.625	45.4	3.38
01/04/2019 - 01:30:00	74.25	45.4	3.37
01/04/2019 - 01:45:00	73.5	45.4	3.33

Tabla 1: Formato de datos de entrenamiento de la red neuronal

Fuente: Elaboración propia

### *Formación de los conjuntos de aprendizaje, test y validación*

Durante esta etapa, se dividen los patrones en dos grupos: el primero de estos corresponde a la primera quincena del mes, y el segundo al resto de los días para completar solo el mes de abril. El primer grupo es el que se introduce en Matlab para entrenamiento. Matlab de manera interna divide aleatoriamente estos patrones, conformando los conjuntos de aprendizaje (70%), test (15%) y de validación (15%). De esta forma, se procede al entrenamiento de la red empleando los ejemplos del conjunto de aprendizaje, mientras que se comprueba esporádicamente su desempeño mediante los datos de validación hasta alcanzar la generalización. Mediante el conjunto de test, se comprueba de manera independiente dicho estado de la red.

En este caso, se realiza la predicción de los días correspondientes al segundo grupo, comprobando el comportamiento del MPL en este sentido a través de la comparación con las mediciones de dicho grupo.

*Procedimiento*

En esta fase, a cada entrada y salida de manera individual se les aplica un escalado global, consistente, en primer lugar, en el estandarizado de dichas variables, y seguidamente, estos nuevos valores se escalan linealmente al intervalo [-1,+1].

A partir de aquí, y en adición a los aspectos anteriores, se tiene en cuenta los siguientes campos en Matlab:

*Training function:* TRAINLM.

Este es el algoritmo de Levenberg-Marquardt, seleccionando con vistas a acelerar la convergencia del BP.

*Adaption learning function:* LEARNGDM.

Consiste en el método del gradiente descendente con *momentum*, parametro que también acelera dicha convergencia.

*Performance function:* MSE (error cuadrático medio, por sus siglas en ingles).

*Number of layers:* Se elige dos capas: una oculta y otra de salida.

*Properties for layer 1:*

Para decidir el número de neuronas ocultas se recurre a la técnica de prueba y error, es decir, se parte de un número pequeño de estas neuronas, dos en este caso, y se desarrolla el entrenamiento. Luego de manera sucesiva se aumenta el número de las mismas hasta doce y se ensaya las distintas arquitecturas hasta llegar a la que ofrezca el mejor resultado. En este estudio se tiene más de 4000 patrones, lo que sugiere alcanzar la generalización de la red deseada sin imponer restricciones sobre el número de pesos de la red. Se toma como función de activación la sigmoidea tangente hiperbólica (tansig).

*Properties for layer 2:*

Se toma como función de activación la línea (purelin).

*Proceso de entrenamiento:*

Como parte de este, quedan establecidos, entre otros, los siguientes criterios:

La inicialización de los pesos se realizan de forma aleatoria en el intervalo [-1,+1], el ritmo de aprendizaje inicial es 0.01, por otra parte el número máximo de iteraciones (epochs) es 1000, el tiempo de entrenamiento (time) es infinito, el máximo error (goal) es 0%, el valor mínimo del gradiente (min\_grad) es  $10^{-7}$ , el número de iteraciones máximo en los que no disminuye el error en la validación cruzada (max\_fail) es 6.

**Resultados**

Finalmente, la arquitectura 3-5-1 ofreció los mejores resultados. Cabe destacar que en ésta y en las restantes arquitecturas se reiniciaron los pesos en varias ocasiones buscando nuevos puntos de partida en el espacio n-dimensional. Con esta arquitectura, el mejor resultado se muestra en la figura 1.

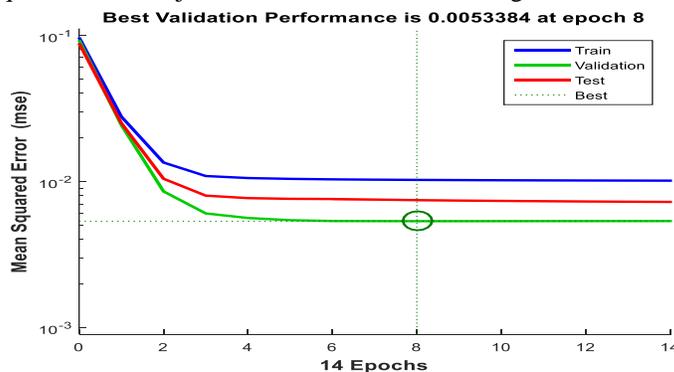


Figura 1: Mejor rendimiento de validación

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al gradiente podemos ver el comportamiento en la época 14, donde se muestra en la figura 2.

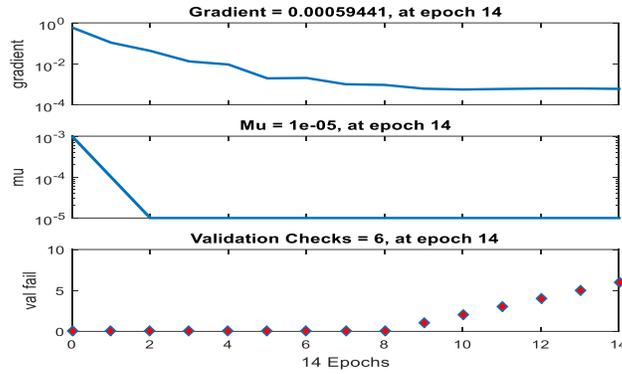


Figura 2: Gradiente en la época 14

Fuente: Elaboración propia

De igual manera podemos observar los resultados de entrenamiento, que se obtienen como se muestra en la figura 3.

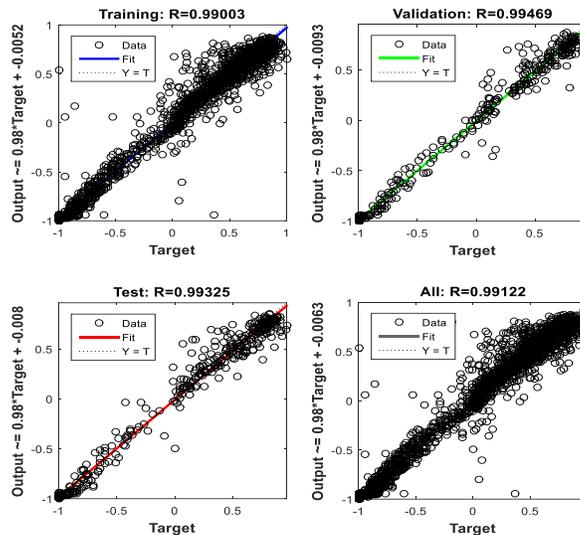


Figura 3: Resultados de entrenamiento

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se muestra los pesos de la capa oculta:

0.46948	-1.1571	-2.9337	-1.3388	1.149
-1.5459	-0.0025339	-1.9914	1.339	-2.9146
-1.0101	0.034804	-0.12226	-3.0217	1.2819

Tabla 2: Pesos de la capa oculta

Fuente: Elaboración propia

Los pesos de la capa de salida se visualizan la tabla 3.

1.9392	-0.394	-0.97567	-2.2721	-1.28
--------	--------	----------	---------	-------

Tabla 3: Pesos de la capa de salida

Fuente: Elaboración propia

Los umbrales de la capa oculta se visualizan la tabla 4.

-2.0217	0.41318	0.97678	-3.4292	-1.29
---------	---------	---------	---------	-------

Tabla 4: Umbrales de la capa oculta

Fuente: Elaboración Propia

El umbral de la capa de salida se muestra la tabla 5.

-0.62736
----------

Tabla 5: Umbral d la capa de salida  
Fuente: Elaboración propia

La prediccion del pago (USD/MWh) se obtiene multiplicando directamente el precio y el consumo que se realiza, posteriormente se compara con los datos obtenidos en Matlab mediante redes neuronales, lo cual se pueden observar en la tabla 6 (mostrando datos solo de dos horas).

Hora de consumo	Valores de consumo (KWh)	Precios de electricidad (USD/MWh)	Pago (USD/MWh)	Pago (USD/MWh) (obtenido en Matlab)
16/04/2019 – 00:00:00	363.75	49.1	17.86	17.96
16/04/2019 – 00:15:00	366.75	49.1	18	17.38
16/04/2019 – 00:30:00	367.125	49.1	18	18.48
16/04/2019 – 00:45:00	370.875	49.1	18.20	23.89
16/04/2019 – 01:00:00	379.125	52.7	19.97	19.68
16/04/2019 – 01:15:00	386.625	52.7	20.37	19.80
16/04/2019 – 01:30:00	390	52.7	20.55	19.85
16/04/2019 – 01:45:00	387.375	52.7	20.41	19.78

Tabla 6: Valores para la prediccion del pago  
Fuente: Elaboración propia

Para tener una visualización más clara, se obtiene una gráfica con los datos obtenidos en Matlab con un error menos del 10% y los datos obtenidos por medio de una multiplicación basica, donde se comprueba que nuestra prediccion por los 15 días restantes se realiza correctamente, como se muestra en la figura 4.

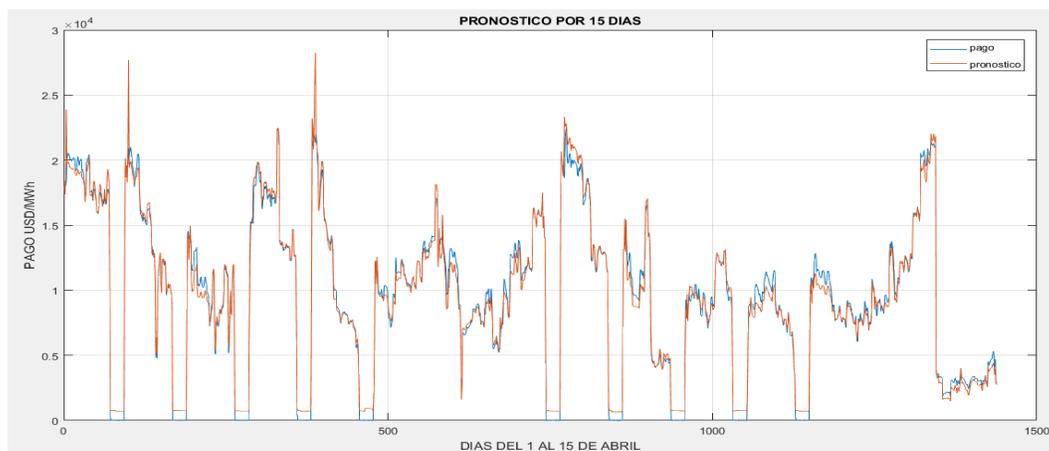


Figura 4: Comparación del pago real y pronostico  
Fuente: Elaboración propia

### Conclusión

La optimización de la gestión de precios en Chile logra un uso eficiente y sustentable de la energía eléctrica a través de programas que se implementan, involucran al usuario en donde tiene la oportunidad de manejar el consumo eléctrico como requiera. Pero el principal objetivo de este trabajo es brindar una visión más adecuada a sus necesidades del cliente, tal como predecir el pago de facturación. Finalmente se ha encontrado el modelo de red neuronal que proporcione predicciones precisas sobre el pago de la electricidad en un horizonte de 15 días. Este principio es basado por medio del método “perceptron”, del proyecto “Gestión Activa de la Demanda para una Europa más Eficiente”, realizada en el año 2015 para usuarios regulados. Gracias a esto se ha comprobado que los modelos de predicción basados en redes neuronales son muy efectivos para realizar predicciones numéricas.

### *Referencias Bibliográficas*

1. M. Valles Rodríguez; P. Frías Marín; J. Reneses Guillen; (2013). Gestión Activa de la Demanda para una Europa más eficiente. España, Instituto de Investigación Tecnológica.
2. E. A. López; (2015). Límites de Confiabilidad en Sistemas Eléctricos de Distribución: Un enfoque Técnico-Económicos. Chile, Universidad de Concepción.
3. A. Cruz García (2015). Predicción del precio de la electricidad mediante redes neuronales. Madrid, España. Universidad Pontificia Comillas.
4. F. Villada; D. Raúl Cadavil; J. David Molina; (2016). Pronóstico del precio de la energía eléctrica usando redes neuronales artificiales. Colombia, Universidad de Antioquia, A.A 1226, Medellín.
5. J. David Velásquez; C. Jaime Franco Cardona; (2016). Predicción de los precios de contratos de electricidad usando una red neuronal con arquitectura dinámica.

# LA GAMIFICACIÓN COMO TÉCNICA DE APRENDIZAJE DENTRO LA EDUCACIÓN 3.0

Dr. Miguel Zavala López<sup>1</sup>, Dra. Esperanza Coterá Regalado<sup>2</sup>,  
Dra. Anabelem Soberanes Martín<sup>3</sup> y M. en E. S. María Concepción Rodríguez Mercado<sup>4</sup>

*Institución académica, País*

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, Universidad Autónoma del Estado de México

**Resumen---** las escuelas en general, pasan por diversos problemas al momento de querer transmitir el conocimiento, principalmente el nivel superior, debido a que en ocasiones los jóvenes llegan con un grado de aprendizaje deficiente, esto tal vez por los hábitos de estudio que se tienen, o por el tipo de aprendizaje que los profesores le proyectan, en éste caso, se propone la Gamificación como técnica dentro del Proceso Enseñanza Aprendizaje (PEA) pero dentro de la educación 3.0, con el fin de mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje.

Para la realización de la presente investigación, se hace un análisis en el Centro Universitario (CU) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), específicamente el de Valle de Chalco, esto con el fin de saber si se utiliza alguna técnica para el aprendizaje y por un lado proponer la gamificación como técnica dentro de la educación 3.0.

**Palabras clave:** educación, tecnología, gamificación, proceso enseñanza-aprendizaje

## Introducción

El presente trabajo, se hace bajo el esquema, de apoyo al PEA, por lo que se hace referencia primeramente al aprendizaje y su paso por el tiempo, al mismo tiempo, que se relaciona con la tecnología ya que se observa que tanto la educación, como las empresas y en la vida personal, es un hecho que, se debe de tomar en cuenta los avances tecnológicos.

Por otro lado, se hace referencia a la educación 3.0 ya que el poder de las Tecnología de la Información y la Educación (TIC) han logrado revolucionarla manera de comunicarnos y relacionarnos, al mismo tiempo que hace aportes a la educación, por medio de la tecnología emergente, utilizando la educación 3.0, donde se hace gran relevancia a la manera de enseñar y aprender por medio de las herramientas necesarias.

Finalmente, con la definición y tomando en cuenta algunos elementos de la gamificación, se presentan algunas características principales, su definición y algunas estrategias o técnicas que se utilizan para poder hacer efectiva la generación de técnicas para tornar las clases en clases lúdicas, que motiven a los estudiantes a mejorar en su aprendizaje, logrando en conjunto con el profesor la retroalimentación.

## Descripción del Método

Para poder dar seguimiento a lo mencionado en la introducción, se hace una revisión de la bibliografía necesaria, para encontrar algunos elementos que hagan seguro el hecho de decir que mediante clases lúdicas, el aprendizaje se da de mejor manera, motivando al estudiante, se elabora un cuestionario tipo Likert, para hacer un

<sup>1</sup> Dra. Esperanza Coterá Regalado Profesora de Tiempo Completo del CU UAEM Valle de Chalco, México.  
[peracotera@hotmail.com](mailto:peracotera@hotmail.com), [peracotera@gmail.com](mailto:peracotera@gmail.com), [ecoterar@uaemex.com.mx](mailto:ecoterar@uaemex.com.mx) autor corresponsal

<sup>2</sup> Dr. Miguel Zavala López Profesor de Tiempo Completo en la Preparatoria, Sor Juana Inés de la Cruz, Amecameca, Méx.

<sup>3</sup> Dra. Anabelem Soberanes Martín Profesora de Tiempo Completo del CU UAEM Valle de Chalco, México

<sup>4</sup> M. en E. S. María Concepción Rodríguez Mercado Profesora de Asignatura CU UAEM Amecameca

cuestionario y saber la postura de los profesores, ante tal técnica. se trata de una investigación, documental y de campo, con un enfoque cualitativo, ya que se pretende saber con mo se mueve la variable en su contexto natural. Por otro lado, se trata de una investigación transversal, ya que solo se aborda la temática en un periodo de tiempo.

#### *El proceso de aprendizaje en la actualidad*

El proceso de educación, ha sufrido cambios desde hace mucho tiempo, cada institución la asume de la mejor manera posible, pero con la llegada de la tecnología, es un hecho que han cambiado con pasos agigantados, aunque no solo pasa con la educación, sino de manera social, personal y empresarial. Estos cambios, no solo suceden a nivel profesional, sino desde el inicio de la educación para los educandos, el problema es que las nuevas generaciones, evidentemente nacen con la tecnología y la vieja escuela, está haciendo su esfuerzo por adaptarse a las nuevas tendencias. En primera instancia se nota que el profesor ya no es el eje principal de toda la clase, el alumno está íntimamente involucrado en adquirir el conocimiento. Como afirma Durán (2010)

La educación superior no es ajena a esta renovación metodológica en la que el profesor ha dejado de ser el eje de la enseñanza en el aula y ahora el alumno ocupa el centro de la actividad bajo un modelo de aprendizaje independiente, que el docente promueve auxiliándose de recursos como las tecnologías de la información y la comunicación (p. 2).

A pesar, de que las escuelas empiezan a prepararse para responder a las nuevas exigencias, se puede observar que no tienen o no cuentan con los recursos necesarios para preparar de una manera eficiente a los estudiantes, mucho más ahora que se necesitan las herramientas tecnológicas, con las que se puede mejorar el PEA, que de acuerdo con García (2010)

La enseñanza se define como un proceso instructivo orientado a educar a terceros, facilitando su aprendizaje. Por su parte, el aprendizaje se conceptúa como un proceso que produce un cambio personal en el modo de pensar, sentir y comportarse, respondiendo a los tradicionales saberes de: saber (conjunto de conocimientos), saber hacer (conjunto de habilidades y destrezas) y saber estar/ser (capacidad de integración) (Bricall, 2000, p. 16). Actualmente ampliados al hacer (capacidad para poner en práctica) y querer hacer (interés y motivación para poner en práctica) (p. 1).

Aunque, el PEA, facilita la relación profesor –alumno, es necesario remarcar que todo tiene mucho que ver con la estrategia que el docente aplique para hacer que el alumno, reflexione sobre la didáctica que se aplicará, para transmitir el conocimiento, lo que se pretende es, hacer que el alumno obtenga las habilidades, capacidades y competencias adecuadas para adquirir el conocimiento.

Ortiz (2009) define el PEA como:

El movimiento de la actividad cognoscitiva de los alumnos bajo la dirección del maestro, hacia el dominio de los conocimientos, las habilidades, los hábitos y la formación de una concepción científica del mundo. Se considera que en este proceso existe una relación dialéctica entre profesor y estudiante, los cuales se diferencian por sus funciones; el profesor debe estimular, dirigir y controlar el aprendizaje de manera tal que el alumno sea participante activo, consciente en dicho proceso, o sea, "enseñar" y la actividad del alumno es "aprender" (p. 5).

La manera de enseñar de los profesores, debe ser mucho más dinámica, aunque sin dejar de tener la importancia que se debe, es necesario utilizar los medios materiales convenientes con el método a seguir, garantizando la relación interactiva y de retroalimentación, entre profesor y alumno, así que el proceso formativo que se debe de llevar, de acuerdo con Diez (2018) y que debe de cubrir ciertas exigencias, son las siguientes:

- Conocer las características individuales y grupales de los estudiantes. Para ello el tutor debe emplear diferentes fuentes de información para conocer en particular las relaciones del estudiante con sus compañeros de aula y en la escuela.
- Conocer el entorno de la formación en los diferentes escenarios, así como la influencia que puede ejercer en cada estudiante el propio proceso de universalización.
- Conocer las características de la familia de los estudiantes; así como la influencia que puede ejercer en cada estudiante el propio proceso de universalización. En Cuba varios autores consideran las influencias educativas como una categoría pedagógica.
- Esto es vital para el proceso de formación con calidad de los futuros profesionales de la educación. En su formación inciden varios componentes (p. 3).

Como se puede observar, el papel del docente va más allá de solo impartir conocimientos, lo primero que se tienen que hacer es conocer a sus estudiantes, como refiere Rivera (2018)

La educación es un proceso informativo y formativo que permite el desarrollo tecnológico, económico, político, social y cultural de una región o país; sin embargo, algunos fenómenos como la globalización, la revolución tecnológica o la multiculturalidad son determinantes para éste, mismos que se pueden considerar como un problema o un desafío (p. 1).

Como refiere Bombino y Jiménez (2019), la preparación de los profesionales de la educación ha transitado por diferentes períodos de desarrollo los cuales han tenido diversos matices, como, por ejemplo:

- En cuanto a la **dimensión temporal** (momento en que ocurre el proceso formativo); la autora señala que existe un momento inicial (tiene lugar al comienzo del ejercicio profesional) y uno permanente (formación que se produce durante todo su desempeño como docente)
- Relacionado a la **orientación del proceso formativo** hace referencia a diversos modelos los cuales están dirigidos a la formación de competencias para el desempeño docente, al análisis de la complejidad del acto educativo y de sus actores principales, así como a una formación que integre las competencias genéricas, las destrezas que favorezcan el comportamiento más adecuado en cada situación, así como los conocimientos y habilidades para actuar como investigador de su propia práctica pedagógica y estrategias para su transformación y mejora. (Hernández Díaz, A. 2009), (p. 3).

Evidentemente la manera de enseñar a cambiado con el paso del tiempo, mas ahora con el PEA, donde se logra la interacción entre profesor y alumno, al mismo tiempo que se promueve la retroalimentación, lo que hace que el aprendizaje pase por nuevos retos, más ahora con la llegada de la tecnología y las estrategias o herramientas tecnológicas.

### *La educación 3.0*

Debido a los nuevos tiempos que se vienen dando en cuanto a la educación, los docentes deben de ser capaces de cambiar sus estrategias o técnicas de enseñanza, la tecnología juega un papel de gran importancia, por lo que la educación 3.0 se enfoca en ampliar el papel del docente, ya que éste debe de buscar alternativas que se apoyen con el uso de la tecnología como dicen Barrera y Guapi (2018):

Las tecnologías de la información y la comunicación logran ocupar espacios muy importantes en la educación, en donde se van desarrollando cada vez, nuevos ambientes de aprendizaje que diversifican la formación en las instituciones educativas, y estos ambientes tienen buena acogida de los estudiantes, ya que demuestran interés en la búsqueda del conocimiento (p. 2).

Ahora bien, de acuerdo con López y Gómez (2017):

La educación está cambiando, está experimentando un momento **disruptivo** el cual supone un cambio en su historia. Las nuevas tecnologías lo han propiciado, pero es Internet el que aporta el valor añadido al respecto (Johnson, C., 2010). ¿Por qué? Internet ha cambiado la forma con la que nos comunicamos y también el número de personas con las que lo hacemos (Siemens, G., 2004). Uno de los retos de la educación es conseguir que alumnos y profesores estén capacitados para **trabajar colaborativamente** y aprender a desarrollar estas prácticas en el aula. También estamos viviendo el cambio de la Web 2.0 a la Web 3.0, que supone mucho más que un avance en lo que se refiere a inteligencia virtual colectiva (O'Reilly, T., 2006), ya que somos todas las personas las que tenemos presencia en la red. **La Web 3.0** es aquella que se ha generado gracias a las posibilidades de interacción entre las personas (Ramírez, León, Y; Peña, Arcila, J., 2011) cuyo espacio más representativo son las redes sociales, potenciando la valoración de contenidos, que es algo que antes no se podía hacer, como el famoso +1 de Google. En educación significa una revolución ya que actúa directamente sobre el **rol** del alumno, produciendo un cambio que contribuye a mejorar el aprendizaje.

Gracias a que se empieza a incorporar los celulares en segmentos cada vez más jóvenes de la población y el uso de soportes digitales para la enseñanza ha hecho que la tecnología esté cada vez más presente en las aulas, principalmente para mejorar el aprendizaje, como dice Gómez (2016):

Estaríamos dando un paso más para hablar, así, de un concepto distinto de educación, al que denominaremos Educación 3.0. Una educación en la que la integración de los medios y tecnologías de la información y la comunicación se completa constituyendo parte esencial de los procesos formativos, y que contribuye no sólo a formar al ciudadano para el conocimiento de las mismas sino, esencialmente, para

ayudarlo a construir a una sociedad mejor. Lo que se conseguiría empleándolas, más allá de sus fines actuales, para potenciar una auténtica democratización de la sociedad y auxiliar en la superación de tantas problemáticas sociales. Algo que resulta fundamental tanto en Iberoamérica como en el conjunto del mundo. Afrontaremos la descripción de este novedoso enfoque.

**Cuadro 1.** Herramientas disponible sobre educación 3.0

Herramienta	Características
<b>Edmodo para conectar con las familias</b>	No es simplemente «un Facebook» para usar en educación, es mucho más que ello, y entre las ventajas de <b>Edmodo está la posibilidad de usarlo para conectar rápidamente con las familias</b> . Una vez esté todo organizado y configurado, podrás mandar mensajes dirigidos a los padres tanto a modo general (a toda la clase) como en particular (a un padre específico), subir fotografías, compartir proyectos, recursos... o mucho más.
<b>Cerebriti Edu para calificar a los estudiantes</b>	Permite calificar a tu clase de forma sencilla, muy sencilla y además también es divertida: mediante juegos. Ya sean creados por los propios alumnos, por docentes en todo el mundo o por ti mismo.
<b>ClassDojo para gamificar el aula</b>	Permite que un docente pueda gestionar a todos sus alumnos, asignándoles puntuaciones —positivas y también negativas— para valorar su comportamiento. Toda esta información luego pueden verla las familias, con las que también se puede establecer un canal de comunicación.
<b>EDPuzzle para filipear la clase</b>	Es la propuesta para crear contenido didáctico partiendo de vídeo. Ya sea grabado por ti o elegido de alguna de las plataformas más utilizadas en el sector educativo, como Khan Academy o Youtube, entre otras, esta herramienta nos permitirá a nosotros y a nuestros alumnos hacer contenido multimedia mucho más atractivo. Incluye la posibilidad de crear comentarios (en voz o escritos) sobre lo explicado en el vídeo y también plantear preguntas perfectas para ir calificando a los alumnos
<b>GoConqr para crear y compartir recursos</b>	Nos encontraremos con una completísima plataforma en la que servimos de recursos de todo tipo, y es ideal para que nuestros alumnos se registren y así aprovechar el material que hay colgado, perteneciente a todo tipo de asignaturas y materias.
<b>Genially para crear tus propias infografías</b>	Es una excelente plataforma que te permitirá crear contenidos diferentes en los que la interactividad y la información ganan gran peso. Perfectos para usar en clase, enganchar a los chavales y explicar lecciones completas a golpe de imagen
<b>Office 365 para crear documentos colaborativos</b>	Se vuelca completamente en la nube para que Word, Excel, PowerPoint y los más recientes OneNote y OneDrive permitan la creación de trabajos colaborativos tan interesantes para usar en el entorno educativo, así como para potenciar la productividad incluso a través de dispositivos como los tablets.
<b>TriviNet</b>	Gratuita y que incluso añade lo necesario para convertirse en muy interesante en educación. Los alumnos pueden crear sus propios triviales o jugar a los creados por otros, y el docente en cualquier caso puede calificar y evaluar a los estudiantes a través de preguntas y respuestas de cada lección.

**Fuente:** elaboración propia con datos de (Educación 3.0, 2019).

Lo que se muestra en el cuadro uno, es aquellas herramientas tecnológicas con las que se puede apoyar el docente para la realización de algunas actividades, convirtiendo las clases en clases lúdicas y utilizando la gamificación, logrando la interacción no solo con el alumno sino con los padres de los estudiantes.

#### *La gamificación*

Un factor importante dentro del PEA, es que el alumno se sienta motivado a querer ser parte de éste, por lo que se considera que la gamificación, puede ser una técnica que los profesores pueden utilizar para hacer las clases dinámicas y divertidas, ya que ésta, como lo dice Gaitán (2020) “es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para absorber mejor algunos conocimientos, mejorar alguna habilidad, o bien recompensar acciones concretas, entre otros muchos objetivos” (p. 1).

**Cuadro 2.** Técnicas mecánicas más utilizadas

Técnica	Características
Acumulación de puntos	Se asigna un valor cuantitativo a determinadas acciones y se van acumulando a medida que se realizan
Escalado de niveles	Se define una serie de niveles que el usuario debe ir superando para llegar a la siguiente
Obtención de premio	A medida que se siguen diferentes objetivos se van entregando premios a modo de colección
Regalos	Bines que se dan al jugador de forma gratuita al conseguir el objetivo
clasificaciones	Clasifica a los usuarios en función de puntos u objetivos logrados, destacando los mejores en una lista
Desafíos	Competiciones entre los usuarios, el mejor obtiene los puntos o el premio
Misiones o retos	Conseguir resolverlo o superar un reto u objetivo planteado, ya sea solo o en equipo

**Fuente:** elaboración propia con datos de (Gaitán, 2020).

Para motivar al alumno, es necesario tener el ingenio necesario o el interés en utilizar herramientas que apoyen el desarrollo de la clase, en este caso con la gamificación, se logra un modelo de juego, facilitando la interiorización de conocimientos, de una manera divertida, como menciona Educación 3.0 (2019) la gamificación es:

Una técnica de aprendizaje que **traslada la mecánica de los juegos** al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados: sirve para absorber conocimientos, para mejorar alguna habilidad para recompensar acciones concretas... Es un término que ha adquirido una enorme popularidad en los últimos años, sobre todo en entornos digitales y educativos (p. 1).

Lo más importante, es que los alumnos asimilen la técnica de juego, ya que esta es parte medular para el aprendizaje, el profesor debe de buscar despertar el interés en el estudiante, aplicando algunas de las técnicas más utilizadas, como recompensa, premio, misiones o retos interesantes, o entre algunos de los que se mencionaron anteriormente.

#### *Resumen de resultados*

Los resultados obtenidos mediante el cuestionario aplicado son los siguientes:

En primer lugar, la mayoría de los profesores mencionan no estar de acuerdo en que se han tomado cursos para el conocimiento de las TICs, lo que hace pensar en que no les es indispensable para la realización o presentación de sus clases, por otro lado, la mayoría refiere asegurar que es necesario tomar cursos especiales sobre su uso, al mismo tiempo que aseguran que los alumnos también deben de hacerlo.

En lo que respecta al material que utilizan para la presentación de su clase, más de la mitad dice no hacerlo, lo que hace pensar que necesitan mayor impulso para empezar a utilizar las herramientas tecnológicas existentes o en su caso crear algunas, por otro lado, más del 80% refieren que existe comunicación con los alumnos utilizando los medios digitales, deduciendo que utilizan el correo o las redes sociales.

Finalmente, en cuanto a las clases lúdicas, en su mayoría no les llama la atención, lo que demuestra tal vez que es mucho más sencillo dar las clases de manera tradicional, haciendo inca pie en que la gamificación puede ser una técnica que ayude al proceso enseñanza- aprendizaje, aunque sus respuestas anteriores dicen lo contrario.

### **Bibliografía**

- Barrera R. V. F. y Guapi M. A. (2018) La Importancia del Uso de las Plataformas Virtuales en la Educación Superior. Revista Atlante, Cuadernos de Educación y Desarrollo en la Educación Superior. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/07/plataformas-virtuales-educacion.html>
- Bombino L. L. y Jiménez P. C. L. (2019) La Preparación del Docente y su Papel como Líder del Proceso Enseñanza-aprendizaje. Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/07/preparacion-docente-ensenanza.html>
- Durán R. M. (2010) Una renovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/una-renovacion-proceso-ensenanza-aprendizaje/>
- Educación 3.0 (2019) Herramientas Educativas para que los Docentes Ahorren Tiempo. Disponible en: <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/herramientas-educativas-docentes-ahorrar-tiempo/>
- Gaitán V. (2020) Gamificación: el aprendizaje divertido. Disponible en: <https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>
- García S. I. M. (2010) Sistema de Evaluación. Biblioteca Virtual de Derecho, Economía y Ciencias sociales. Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2010b/687/PROCESO%20DE%20ENSEÑANZA%20APRENDIZAJE.htm>
- Gómez G. J. (2016) Educación 3.0 en iberoamericana: principales objetivos de Análisis Científico y Beneficios Socio pedagógicos. Disponible en: <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/download/1892/1562>

López G. C. y Gómez P. V. B. (2017) La Educación 3.0 y las Redes Sociales en el Aula. Disponible en: <http://scopeo.usal.es/enfoque-bol-63-la-educacion-3-0-y-las-redes-sociales-en-el-aula/>

Ortiz K. H. (2009) Plataforma para el Control de usos de Softwares Educativos. Biblioteca Virtual de Derecho, Economía y Ciencias sociales. Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2009c/583/Proceso%20de%20ensenanza%20aprendizaje.htm>

Rivera L. L. I. (2018) El papel del Docente como Gestor en el contexto actual. Revista de la Universidad Cristóbal Colón. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/rucc/17-18/lirl.htm>

## APENDICE CUESTIONARIO

A continuación, se hace un conjunto de preguntas sobre la temática **LA GAMIFICACIÓN COMO TÉCNICA DE APRENDIZAJE DENTRO LA EDUCACIÓN 3.0**. Se agradece su cooperación para contestarlo. Información requerida solo con fines académicos.

### Escala Valor

- 1 Totalmente de acuerdo (A)
- 2 De acuerdo (B)
- 3 Indeciso (C)
- 4 En desacuerdo (D)
- 5 Totalmente en desacuerdo (E)

Ítems	1	2	3	4	5
1. ¿Ha tomado recientemente cursos para el conocimiento de las TICs?					
2. ¿Considera necesario tomar cursos especiales sobre el uso de las TICs?					
3. ¿Considera necesario que los alumnos tomen cursos especiales sobre el uso de las TICs?					
4. ¿Ha creado material didáctico digital para el uso de sus clases?					
5. ¿Utiliza las nuevas tecnologías para comunicarse con sus alumnos?					
6. ¿Le gustaría utilizar la gama de programas para convertir sus clases normales en clase Lúdicas?					
7. ¿Considera la gamificación como una técnica que ayude al proceso enseñanza-aprendizaje?					

# LAS CARACTERÍSTICAS DEL APRENDIZAJE VOLÁTIL EN LOS ESTUDIANTES MILENIALS

Ruth María Zubillaga Alva<sup>1</sup>, Margarita Isabel Islas Villanueva<sup>2</sup>,  
Francisco Javier López Cerpa<sup>3</sup>

**Resumen-** El ser humano desde su nacimiento experimenta diversos aprendizajes conforme el entorno, y con el pasar de los años desarrolla habilidades del pensamiento, destrezas y conocimientos, ya sea a través de la observación o de la experimentación, de lo que vive desde su casa así como con los amigos y en la institución escolar donde se forme y le aporte a aprender a lo largo de su vida personal y profesional; esto significativamente variante conforme al dinamismo generacional y aún más en la educación como eje estratégico donde a lo largo de su vida competitiva aplicará su conocimiento y experiencia en el entorno donde se desarrolla en la sociedad, aunque en este siglo XXI se esté generando baja tolerancia a la frustración y con ello puede provocar situaciones caóticas tanto individuales como integrales en los individuos.

**Palabras clave-** Aprendizaje, Tics, Milenial.

**Abstract-** The human being from birth experiences various learning according to the environment, and over the years develops thinking skills, abilities and knowledge, either through observation or experimentation, of what lives from home as well as with friends and at the school where he is trained and contributes to learning throughout his personal and professional life; This is significantly variant according to generational dynamism and even more so in education as a strategic axis where throughout its competitive life it will apply its knowledge and experience in the environment where it develops in society, although in this 21st century it is generating low tolerance for frustration and thus can cause chaotic situations both individual and comprehensive in individuals.

## Introducción

Hoy en día en el siglo XXI, la sociedad es muy dinámica en cuanto a las formas de desarrollo humano, las conductas y tendencias de cada individuo aun en la percepción de ver la subsistencia es acelerada; pues las generaciones van evolucionando y cambian los patrones y estilos de vida de las familias; pero más aún de aquellos que nacieron en la última década del siglo XX; a los que se les ha nombrado como a las generaciones Y o Milenials; pues los que nacieron después de 1994 se les conoce también como Centennials o generación Z; algunas de las características que tienen estas personas es que consumen su tiempo en actividades vinculadas a la tecnología, y aunque cuentan con una vasta información en sus manos con solo dar un clic; existe el peligro de que esta información sea confiable o no en su totalidad; no siempre saben planear y analizar decisiones muy elaboradas a largo plazo; pues están acostumbrados a responder a cambios urgentes de corto plazo; tienen poca permanencia laboral; pero sobre todo no conciben un mundo sin acceso a la información instantánea y el uso del internet. Desafortunadamente en el ámbito educativo este se da desde el nivel básico hasta el nivel superior pues se presentan complicaciones en el aprendizaje de los estudiantes, son muy inteligentes y diestros sin embargo su capacidad de retención en el aprendizaje en ocasiones resulta ser subjetivo; pues se puede decir que si es de su interés el tema a tratar, se lo apropian, de otra manera solo lo cumplen por obligación; esto no quiere decir que sean todos; pero si en su gran porcentaje de la juventud, lo que no siempre es satisfactorio.

**Objetivo:** Identificar las características de aprendizaje en los estudiantes milenials

## Marco Teórico

Hablar del conductismo como lo refiere Skinner, en la psicología ejemplifica que su idea básica es que el aprendizaje consiste en un cambio de comportamiento de los individuos respondiendo al conjunto de relaciones entre estímulos y respuestas determinadas; esto debido a la adquisición de conocimiento con el refuerzo y las asociaciones del medio ambiente y las respuestas observables del individuo; pues esto hace que la conducta sea repetitiva y que todo hecho observable tiene que ser explicado en relación con su entorno y la interrelación de otras

<sup>1</sup> Mtra. Ruth Zubillaga Alva es Profesora de Administración en la Universidad de Guadalajara, en el Centro Universitario de Estudios Económico Administrativos Zapopan, Jalisco. [ralva45ster@gmail.com](mailto:ralva45ster@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Mtra. Margarita Isabel Islas Villanueva es Profesora en el Departamento de Mercadotecnia y Negocios Internacionales en la Universidad de Guadalajara, en el Centro Universitario de Estudios Económico Administrativos Zapopan, Jalisco [margarita.islas@academicos.udg.mx](mailto:margarita.islas@academicos.udg.mx).

<sup>3</sup> El Mtro. Javier López Cerpa es Académico de la Universidad de Guadalajara, en el Centro Universitario de Estudios Económico Administrativos Zapopan, Jalisco [jlopezcerpa@gmail.com](mailto:jlopezcerpa@gmail.com)

acciones en el medio ambiente; pues el aprendizaje se va construyendo a través de esquemas mentales del aprendiz. El cerebro puede funcionar como un ordenador que recibe información, la procesa y este a su vez, la emite como salida en acciones de conducta; a través de la percepción e irá transformándose en estos aprendizajes.

La teoría del constructivismo tiene su auge a partir de los años 70's; donde generan nuevos cambios revolucionarios en todos los ámbitos y esto se refleja en la educación en el proceso de enseñanza aprendizaje con nuevas estrategias donde los estudiantes no son solo quienes absorben la información y que la actitud fuera pasiva de sólo de recibir información; pues el docente explicaba y alumno recibía el dictado o captaba la información; sino que estuvieran más colaborativos y que ellos mismos construyeran su propio conocimiento en relación con el entorno que les rodea, reorganizando su estructura mental y de aprovechamiento, a diferencia de ser solo ser acumuladores de información.

Baro (2011), refiere que para Piaget, el hablar del aprendizaje por descubrimiento y significativo, es cómo cada día se van conociendo y aprendiendo cosas nuevas o experimentando situaciones significativas que conducen a un cambio en el comportamiento como individuos que lo hacen su propio constructor y da una estructura conceptual con sentido que le aporte atributos en su propia organización y adaptación del individuo; donde éste opere estableciendo relaciones entre los objetos y sucesos de acuerdo a su entorno.

Por otro lado hablar de volatilidad, nos hace reflexionar sobre diversos temas; pero enfocando los a su origen etimológico según la Real Academia Española viene del latín volatilis, que es un adjetivo que vuela o puede volar; dicese de una cosa que se mueve ligeramente y anda por el aire; así como algo es mudable e inconstante y esto se relaciona en todos los ámbitos de la vida: Bauman; teórico que habla de una modernidad líquida en este siglo pues la celeridad de los acontecimientos diarios al estar inmersos en la globalización; obliga al ser humano a tener una tendencia individualista donde se sobrevive, pues es más frágil el individuo y la sensación de seguridad es aminorada por la caducidad; pues esto implica que se vive sometiéndose a cambios vertiginosos en la sociedad y se produce una sensación de vulnerabilidad; esto se observa en ocasiones en los estudiantes desde el nivel básico, pero es más grave ya en el nivel superior, que se supone tienen desarrolladas sus habilidades del pensamiento y cuando reciben el conocimiento en ocasiones hay una sensación de no estar preparados para hacer frente a su realidad como expertos en toma de decisiones trascendentales, esto no en todos los casos; sin embargo hay incertidumbre en algunos ámbitos, que requieren de información muy clara y no logran analizarla desde su origen o raíz.

Asimismo vinculando el aprendizaje y las teorías como es que se desarrollan los estudiantes en este nuevo siglo; es necesario el proceso de aprendizaje a través de experimentación, estructuración de datos, iteraciones, o también en la elaboración de documentos o análisis de los mismos, para después obtener un producto que sería en este caso que la concepción del aprendizaje se haga en nuevos procedimientos o desarrollo de habilidades según sea el caso; haciendo uso de las herramientas como documentos escritos, blogs, aplicaciones virtuales; no solo académicamente sino aún en acciones de casa y reforzar el aprendizaje.

Es evidente que en este momento los jóvenes de nuestra sociedad tiene una condición permisiva en su actitud en general; pero no solo en el aprendizaje pues le cuesta trabajo esforzarse no solo físicamente sino mentalmente; no están educados para el sacrificio y una autorresponsabilidad; buscan resultados a corto plazo pero no con conciencia de reflexión y análisis a profundidad sobre los temas a trabajar, es evitar la fatiga como se dice coloquialmente, a menos que sea de su interés personal y que esto le otorgue un beneficio integral en corto tiempo.

Se puede ver cómo es que las características de los individuos han sido transformadas en el cambio evolutivo de las generaciones y su vinculación con inmersión de la tecnología en este mundo globalizado como se muestra en la Figura no. 1 de la taxonomía de las generaciones.

### TAXONOMÍA DE GENERACIONES

NOMBRE DE LA GENERACIÓN	MARCO TEMPORAL EN ESPAÑA	POBLACIÓN DE LAS GENERACIONES *	CIRCUNSTANCIA HISTÓRICA	RASGO CARACTERÍSTICO
<b>Generación Z</b>	1994 - 2010	7.800.000	Expansión masiva de internet	 Irreverencia
<b>Generación Y millennials</b>	1981 - 1993	7.200.000	Inicio de la digitalización	 Frustración
<b>Generación X</b>	1969 - 1980	9.300.000	Crisis del 73 y transición española	 Obsesión por el éxito
<b>Baby Boom</b>	1949 - 1968	12.200.000	Paz y explosión demográfica	 Ambición
<b>Silent Generation</b> Los niños de la posguerra	1930 - 1948	6.300.000	Conflictos bélicos	 Austeridad

Figura 1 Taxonomía de las generaciones

Fuente: La Vanguardia, Datos correspondientes a la población residente en España, INE2015

Es por ello que vemos las respuestas sobre el aprendizaje en la generación Silent Generation estuvieron orientadas ser individuos patriotas, de trabajo duro; respeto; trabajo en equipo, honor y hacer tareas definidas; pero responsables por luchar derechos, no solo para ellos sino para generaciones futuras; aunque en su época hayan vivido con escasez de recursos lo cual les hizo más fuertes en todos los sentidos.

La generación Baby Boom es una generación donde se forjan desafíos, pues se da un constante revisión sobre el conocimiento y el impacto que se tiene en cómo desarrollan sus habilidades siendo un enfoque interactivo que conlleva retos del saber y del hacer y que en estos tiempos del siglo XXI; se han adaptado a ser nativos digitales, ya que les tocó una transformación de lo básico y rutinario a lo tecnológico y virtual, su experiencia es lo que ha sido estímulo para adentrarse a este mundo moderno entre muchos otros cambios.

Aquellos que son Generación X, buscan aún el contacto personal, pese a que en la tecnología son inmigrantes digitales, les gusta comparar precios y marcas, esto lo hacen del mismo modo el conocimiento, estar comparando y utilizan la tecnología para el beneficio propio; procuran desarrollar negocios, fue una generación donde tuvieron independencia desde pequeños, buscan ser líderes y aprovechando las oportunidades como emprendedores; aun siendo individualistas persiguen tener un equilibrio entre su vida personal y laboral, y se orientan a resultados más que a procesos

Generación Y; es una generación digital conectada a un mundo globalizado acostumbrado a navegar en el internet y no puede concebir la vida sin Smartphones; pues tienen la información y comunicación a un clic en sus manos, procuran avanzar apresuradamente en todos los sentidos; es una generación ambiciosa que pide reconocimiento en su posición, que la cosas sean aceleradas pues sus necesidades y deseos cambian constantemente; necesitan estar motivados por aquello que quieren conocer y tienen poco grado de tolerancia a la frustración y la frontera en el aprendizaje; esperan que el trabajo debe ser fluido para ellos pues es una cultura de la inmediatez marcado en su estilo de vida; según como se canalice esto puede ser aprovechado pues poseen una gran capacidad de multitareas, esto puede ayudar a generar una alternativa respecto al pensamiento lineal y estructurado de las generaciones anteriores.

La generación Z o milenials le gusta aprender pero a través de la red lo que les hace felices y les motiva a ser efectivos, hablan muy rápido se comunican a través de emojis modificando el vocabulario, eligen carreras cortas y tienen necesidad en lo personal de que se cumpla en inmediatez lo que desean y procuran poca estabilidad laboral; aunque aprenden por su cuenta cambia su modelo mental y su práctica cultural, ya que aprendizaje no solo se limita en aula física sino en el espacio en donde se encuentren; aprenden procesos del mundo real a través de la experimentación de juegos para poder resolver problemas.

Esto por tanto representa un reto para vincularse tanto docentes como alumnos en el proceso de enseñanza aprendizaje; puesto que por un lado el cerebro del estudiante funciona de manera diferente en la actualidad; pues son hábiles suprimiendo distractores ignorando la información no relevante seleccionado sólo aquello que les interés según su objetivo, su virtualización educativa se centra más en la construcción de blogs o wikis o foros donde pueden suponer información y recursos.

### Método

Para la presente investigación se tomó el enfoque cualitativo-exploratorio, en los ambientes naturales de los participantes, su diseño es no experimental, establecieron las características los estudiantes de esa generación y su relación con el entorno; en cuanto a la población de estudio fueron una muestra a conveniencia no probabilística.

El método de recolección y análisis de la información se dividió en la revisión de fuentes documentales, en bases de datos científicas para la obtención de artículos relacionados con el tema y con los propios estudiantes de la información obtenida a través de un formulario que respondieron estudiantes de licenciatura tomando una muestra a conveniencia.

### Resultados

Participaron alumnos de nivel pregrado, la muestra total fue de 89 y de ellos respondieron 87, quienes su edad promedio de 18-23 años en un 94.3%; habiendo tomado un intervalo de edad en general de 18 a 28 años y demográficamente corresponden a un 63.1% hombres y 36.9% mujeres.

Los entrevistados perciben el concepto de volátil en el aprendizaje como algo cambiante y repentino; pero si lo relacionamos con que este se vincule al aprendizaje, resulta que si el tema es de interés personal lo retienen, dando respuesta a esta situación en un 22.80% y un 78.20% le puede resultar interesante o no la información, además de que los medios utilizados para escudriñar información y elaborar sus trabajos escolares lo hacen a través de internet y poco en bases de datos especializadas, siendo mínimo el porcentaje donde se toma la importancia de profundizar en fuentes científicas.

En la Tabla 1. Datos significativos en la búsqueda de información del aprendizaje milenials se puede observar las fuentes de búsqueda así como la importancia de complementar lo que se aprende y el tiempo de estudio efectivo.

Fuente de búsqueda	%	Importancia de complementar lo aprendido	%	Tiempo de estudio efectivo	%
Google /Google académico	89.6	Significativo a Suficiente	64.40	1-3 horas	58
Páginas especializadas y bases de datos y recursos libres	10.4	Regular a mínimo	35.60	Menos de 1 hora	42

Tabla 1. Datos significativos en la búsqueda de información del aprendizaje milenials  
Fuente: Elaboración propia con datos de los entrevistados, Mayo 2020

La información que encuentran virtualmente en internet es un factor de riesgo en su aprendizaje de acuerdo las respuestas dadas por los alumnos según respondieron en un 89.80% aunque es contradictorio puesto que es el mayor medio de búsqueda y no siempre procuran otros espacios para corroborar la veracidad de la información y las fuentes primarias y secundarias y no especifican ni responden el por qué sí o porque no.

Inquiriendo qué si es importante para los alumnos el estudiar con materiales impresos o a través de dispositivos, solo el 46% dijo que ambos; mientras que el otro 40.2% dice que el material impreso y un 13.8% solo haciendo uso de sus dispositivos móviles solamente por ser práctico y rápido.

La importancia de saber cuánto es el tiempo que los estudiantes experimentan retener el conocimiento adquirido en el aula fue de 39.8%, en aquellos estudiantes que respondieron que solo lo retiene una semana; el 38.60% muy similar al dato anterior fue de aquellos alumnos retienen lo aprendido solo de una semana a 15 días y solo el 21.6% menciona que su aprendizaje significativo y permanente es por más de 1 mes a 3 meses retenido.

La permanencia del proceso de enseñanza aprendizaje y la permanencia de lo aprendido en los estudiantes depende del grado de interés en el tema a desarrollar con un 55.20% y que de no ser así disminuye el dedicarle tiempo y esfuerzo y este lo realizan por una indicación académica que en momentos es obligatoria por el nivel

educativo donde este el alumno siendo el 44,60% , ; siendo necesario generar estrategias creativas y acordes al uso de las herramientas virtuales para captar su atención e interés en esta era tecnológica

Para conocer qué tipo de estrategias utilizar o proponer se les pregunto cuáles son los principales canales para retener la información, ser productivos, obteniéndose una respuesta de un 60.2 % kinestésica, esto puede ayudar a que el docente aplique estrategias y acciones acordes para aprender a aprender tanto el estudiante como el profesor para el mejor aprovechamiento.

En la figura 2. Canales de retención y estilo de aprendizajes se muestra que el kinestésico es el principal con un 60.2%.



Figura 2. Canales de retención y estilo de aprendizaje  
Fuente: Elaboración propia, marzo 2019

### Comentarios finales

#### Conclusiones

Los mayores hallazgos encontrados en este ejercicio es que los alumnos aun en un nivel de pregrado, su retención en el aprendizaje es mínima, aunque estén dispuestos a un entorno cambiante social, les es necesario ser más selectivos en la búsqueda de información y generar un mayor compromiso en el ámbito educativo.

Los estudiantes presentan una incidencia mayor para retener la información en aquellos que su estilo de aprendizaje es kinestésico, pues se apropian de ello a través de sus diferentes sentidos como lo es visual, auditiva y de kinésica, con menor interés aquellos que son más visuales y por último los auditivos

Estas nuevas generaciones; se ha concebido un poder catalizador de adaptabilidad al cambio en la sociedad; pero a su vez es contradictorio; pues hay quienes esperan que la información llegue a ellos totalmente desmenuzada sin necesidad de interpretación ; lo que no solo es un reto para los estudiantes, sino también para los docentes, pues es necesario que ambos actores están actualizándose tanto área disciplinar, como tecnológica y siendo creativos en las formas y didácticas de aprendizaje; sin perder de vista los valores fundamentales pues cada individuo y generación tiene potenciales que pueden ser canalizados y aprovechados para el mejoramiento de la sociedad.

### Referencias

La Vanguardia, Datos correspondientes a la población residente en España, INE2015

Baro C.A.( 2011); Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento, Innovación y experiencias educativas, ISSN1988-6047, C/Recogidas No. 45-6ªA 18005 Granada

Olivares G. S. & Glez R. (2016) La generación Z y los retos del docente Velasco, M. Páez, (eds.). Los retos de la docencia ante las nuevas características de los estudiantes universitarios. Proceedings-ECORFAN-México, Nayarit, 2016, pags, 114-124

Pellón S. R. (2013) Watson, Skinner y Algunas Disputas dentro del Conductismo<sup>2</sup> Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España Rev. colomb. psicol., Volumen 22, Número 2, p. 389-399, 2013. ISSN electrónico 2344-8644. ISSN impreso 0121-5469.; <https://revistas.unal.edu.co/index.php/psicologia/article/view/41317/44918>

Zygmunt Bauman (2001) La sociedad individualizada ; Colección Teorema Serie Mayor Ediciones Cátedra (Grupo Anaya, S. A.),Madrid m, España I I.S.B.N.: 84-376-1936-X

<https://www.conducef.gob.mx/Revista/PDF-s/2016/197/genera.pdf>

Martínez J. (2016) Aprendizaje el nuevo reto entre lo tradicional y lo digital;  
[https:// revistaeducacionvirtual.com/archives/](https://revistaeducacionvirtual.com/archives/)