

# PIRODEXTRINA DE BANANO GRAN ENANO (*MUSA CAVENDISH AAA*): ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR ALMIDÓN RESISTENTE

Claudia Leticia Jiménez Arias<sup>1</sup>, Fátima Juliana Béjar González<sup>2</sup>, María Fernanda Lara Reyes<sup>3</sup>, Martha Sirenia Alfonso Téllez<sup>4</sup> y Daniel Enrique Ortiz Pablo<sup>5</sup>, Dra. Viridiana Olvera Hernández<sup>6\*</sup>

**Resumen**—El almidón resistente (AR) se ha asociado con la prevención y disminución de condiciones patológicas. El objetivo fue elaborar una pirodextrina modificando el almidón nativo (AN) de *M. cavendish AAA* y evaluar sus propiedades funcionales y morfológicas. Los factores considerados fueron concentración de almidón/ácido (HCl 2.2 M) (80:1 a 160:1 p/v), temperatura (90 °C y 110 °C) y tiempo de reacción (1 y 3 h). Utilizando los niveles más bajos de los tres factores se obtuvo la mayor producción de AR. Se obtuvo una pirodextrina de 63.84 % de AR, sin embargo, el AR disminuyó en el almidón modificado con respecto a su forma nativa, lo mismo que la cristalinidad. La microscopía electrónica de barrido y la evaluación de las propiedades funcionales obtenidas, permitieron inferir que los gránulos de AN, mostraron resistencia a la hidrólisis por la pirodextrinización. Los gránulos de AN resistieron la pirodextrinización.

**Palabra clave**— gelatinización, pirodextrinización, solubilidad, cristalinidad.

## Introducción

El plátano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo después del arroz, el trigo y el maíz, además es parte esencial de la dieta humana y se considera alimento básico y producto de exportación (Beltrán-García, *et al.*, 2009), tal es el caso de la variedad *Musa cavendish AAA*, el cual es considerado uno de los principales cultivos de exportación comercial (Rivas González, 2012).

Existe un tipo de almidón llamado AR, el cual está relacionado con la reducción del índice glucémico y del consumo de calorías además de que estimula y potencializa el crecimiento de la microflora intestinal benéfica y promueve la prevención de algunas enfermedades cardiovasculares. Este ingrediente se encuentra de forma natural en frutas, leguminosas y tubérculos (Jiménez *et al.*, 2015). Ha sido reportado que la variedad *M. cavendish AAA* sin cáscara, contiene el 34 % de AR (Ble *et al.*, 2010). Los almidones nativos tienen limitaciones de uso por sus propiedades funcionales y en la industria se prefieren almidones con mejores propiedades funcionales y nutrimentales para satisfacer necesidades específicas (Segura y Betancur, 2013) se modifican a través de métodos químicos, como es la pirodextrinización es una química al AN, que incluye la despolimerización parcial del almidón seco, utilizando calor, con o sin adición de ácido, seguida de una repolimerización.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de los principales factores que inciden en la reacción de pirodextrinización sobre el contenido de AR del banano *M. cavendish AAA*, así como también evaluar las propiedades funcionales y de resistencia sobre los productos obtenidos por la pirodextrinización del AN.

## Descripción del Método

### Materia Prima

El fruto (*M. cavendish AAA*) fue adquirido en una empacadora ubicada en el Km 47 de la carretera Villahermosa-Teapa en el estado de Tabasco, México. Se utilizaron aproximadamente 30 kg de materia prima con

<sup>1</sup> Claudia Leticia Jiménez Arias es pasante de la Lic. en Nutrición de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco [ariasclja@gmail.com](mailto:ariasclja@gmail.com)

<sup>2</sup> Fátima Juliana Béjar González es pasante de la Lic. en Nutrición de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco [juatyma@hotmail.com](mailto:juatyma@hotmail.com)

<sup>3</sup> Martha Sirenia Alfonso Téllez es estudiante de la Lic. en Nutrición de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco [sireniaalfonso24@gmail.com](mailto:sireniaalfonso24@gmail.com)

<sup>4</sup> María Fernanda Lara Reyes es estudiante de la Lic. en Nutrición de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco [fernandareyes227@gmail.com](mailto:fernandareyes227@gmail.com)

<sup>5</sup> Daniel Enrique Ortiz Pablo es estudiante de la Lic. en Nutrición de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco [enrique37@gmail.com](mailto:enrique37@gmail.com)

<sup>6</sup> La Dra. Viridiana Olvera Hernández es profesora investigadora de la Lic. en Nutrición de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco [viryolvera11@gmail.com](mailto:viryolvera11@gmail.com) \* (Correspondencia)

grado de maduración entre 1 y 2, rechazada para exportación de acuerdo al criterio de calidad suprema para la exportación en banano *M. cavendish* (Sagarpa, 2005).

#### *Compuestos químicos*

Todos los productos químicos que se utilizaron para llevar a cabo la extracción y modificación del AN, así como las determinaciones a los tratamientos, fueron grado reactivo de la marca J. T. Baker (Phillipsburg, NJ), las enzimas utilizadas fueron de la marca Sigma-Aldrich (Sigma Co., ST. Louis, MO. U.S.A.) y de Megazyme se utilizó el K-RSTAR 05/2008 (Megazyme© International Ireland Limited 2008) para la cuantificación de AR.

#### *Extracción de almidón nativo de banano gran enano*

Para extraer el AN de *M. Cavendish* AAA, se aplicó el método Waliszewski *et al.* (2003).

#### *Pirodextrinización del almidón*

Para la pirodextrinización del almidón de *M. cavendish* AAA se utilizó un diseño factorial  $2^3$  con cuatro réplicas del tratamiento central. Los factores y sus correspondientes niveles fueron: relación almidón/ácido (HCl 2.2 M) en una proporción de 80:1 y 160:1 p/v; temperatura (90 y 110 °C) y tiempo de reacción (1 y 3 h). Se colocaron 15 g de almidón nativo (b. s.) en una caja petri de 100 x15 mm. El ácido (HCl 2.2 M) se dispersó en el almidón utilizando una micro jeringa (Hamilton™, 705, U.S.A.) se dejó reaccionar por 16 h. Posteriormente, las cajas petri se colocaron en un horno de convección (Thermo Fisher Scientific™, 51028124, Hampton, U.S.A.) El AN, así como la pirodextrina fueron molidos, tamizados (malla No. 100) y almacenados (Olvera *et al.*, 2017).

#### *Almidón resistente*

La determinación de AR se realizó de acuerdo a la técnica descrita en el kit para análisis de AR 08/11 que provee Megazyme (Megazyme© International Ireland). El cual ha sido aceptado y avalado por los métodos oficiales de la AOAC International (2002.02) y la AACCC International (32-40.01). Las muestras fueron sometidas a incubación con  $\alpha$ -amilasa pancreática y amiloglicosidasa por 16 h a 37 °C.

#### *Microscopía electrónica de barrido*

El análisis morfológico se realizó en un microscopio electrónico (JEOL, JSM-7610F FESEM, U.S.A.), con resolución de 1 nm, ampliación 500 X con micrografía de 10.3 mm, acelerador de voltaje 5 kV, corriente de sonda de hasta 200 nA. Posteriormente se analizaron en el microscopio electrónico para determinar los cambios en tamaño, forma y estructura granular por efecto de los tratamientos (Ottenhof y Farhat, 2004).

#### *Difracción de Rayos X*

Los patrones de DRX de las muestras fueron obtenidos mediante un difractómetro (Bruker D8-Advance, U.S.A.), utilizando radiación  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda=1.5418 \text{ \AA}$ ); operado a 40 kV y 30 mA en un rango angular  $2\theta$  entre 3 y 60 grados, llevando a cabo la medición cada 0.02 grados por segundo. Los datos se recolectaron en un intervalo de 4 a 38° cada 0.1°, con velocidad de barrido de 60 s°. La línea base del difractograma se corrigió en el intervalo de barrido y el vector se normalizó con el programa OPUS 3.0 (Bruker, UK) (Ottenhof y Farhat, 2004).

#### *Propiedades funcionales del almidón:*

**Gelatinización.** La temperatura de gelatinización se determinó mediante Calorimetría Diferencial de Barrido (CDB), utilizando un equipo DSC6 (Perkin Elmer), a una velocidad de calentamiento de 10 °C/min, con flujo de calentamiento desde 30 a 120 °C. La Temperatura Inicial (Ti), Temperatura Pico (Tp), Temperatura Final (Tf) y la entalpía de gelatinización ( $\Delta H$ ) se obtuvieron del termograma resultante (Ruales y Nair, 1994).

**Solubilidad y poder de hinchamiento.** Se determinaron de acuerdo al método establecido por Sathe y Salunkhe (1981). Después se introdujo un agitador magnético al tubo y se colocó en un baño de agua (Cole-Parmer) a temperatura constante (25, 60, 70, 80 ó 90 °C).

**Absorción de agua.** Se evaluó de acuerdo al método establecido por Anderson *et al.* (1969). La capacidad de absorción de agua se calculó como el peso (g) del gel por gramo de muestra seca.

*Análisis de los resultados*

Para realizar el análisis estadístico, los datos obtenidos fueron procesados mediante estadística descriptiva para obtener medidas de tendencia central y de dispersión. Las variables de respuesta fueron almidón resistente, solubilidad, poder de hinchamiento, capacidad de absorción de agua y gelatinización. Los resultados obtenidos de los tratamientos de piroconversión procesados mediante análisis de varianza a un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

**Comentarios Finales**

*Resumen de resultados*

En la extracción el rendimiento de AN de *M. cavendish* AAA fue de 6.6 %, esta variedad fue previamente reportada con rendimiento del 10 % (Olvera *et al.*, 2012), esta diferencia pudo deberse al tamaño de malla utilizada durante la etapa del lavado. Estas diferencias pudieran deberse al efecto de la variedad del banano y a las diferencias en las condiciones de procesamientos que otros autores realizaron en sus estudios.

*Pirodextrinización del almidón*

El almidón de *M. cavendish* AAA sometido a los diferentes tratamientos de pirodextrinización presentó contenidos de AR en un rango de 51.19 a 63.84 % (Tabla 1).

Tratamiento	Almidón/ácido (HCl)	Temperatura (°C)	Tiempo de reacción (h)	AR %
1	80 a 1	90	1	61.05 <sup>de</sup>
2	80 a 1	110	1	57.32 <sup>b</sup>
3	160 a 1	90	1	63.84 <sup>f</sup>
4	160 a 1	110	1	62.26 <sup>def</sup>
5	80 a 1	90	3	58.32 <sup>bc</sup>
6	80 a 1	110	3	51.19 <sup>a</sup>
7	160 a 1	90	3	62.92 <sup>ef</sup>
8	160 a 1	110	3	62.04 <sup>def</sup>
9	120 a 1	100	2	61.01 <sup>cd</sup>
10	120 a 1	100	2	59.94 <sup>cd</sup>
11	120 a 1	100	2	59.93 <sup>cd</sup>
12	120 a 1	100	2	60.03 <sup>cd</sup>
Nativo				70.51

Tabla 1. Contenido de almidón resistente en almidón nativo y pirodextrinizado de banano enano gigante (*M. cavendish* AAA) (% b.s.). <sup>a-f</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ )

El análisis de varianza de los datos indicó que la relación de los factores: concentración de almidón-ácido, temperatura y tiempo, fueron significativos ( $p < 0.05$ ) para obtener la mayor producción de AR. La mayor cantidad de AR se produjo en los tratamientos 3, 4, 7 y 8, los cuales fueron diferentes al resto de los tratamientos ( $p < 0.05$ ), sin embargo, no superaron la resistencia en el almidón de forma nativa (70.51 %).

El almidón de banano gran enano (GE) fue altamente sensible a los factores concentración de almidón- ácido, temperatura y tiempo de reacción. El tratamiento 3 presentó 63.84 % de AR, en el cual las condiciones que se utilizaron correspondieron a los niveles más bajos en los tres factores (concentración almidón/ácido, temperatura y tiempo de reacción).

El análisis de regresión de la variable respuesta mostró que los datos experimentales presentaron un ajuste adecuado para el modelo polinomial de primer orden ( $p < 0.05$ ). El modelo matemático explica el comportamiento de la concentración de AR en función a la concentración de almidón-ácido (A), temperatura (B), tiempo de reacción (C), y las interacciones de concentración almidón-ácido y temperatura, así como concentración almidón-ácido y tiempo de reacción, no así para la interacción de concentración almidón-ácido, temperatura y tiempo de reacción, lo cual está representado en la siguiente ecuación.

$$\text{Almidón Resistente (\%)} = 60.025 - 2.84125 A - 1.72125 B - 1.30625 C - 1.10625 AB - 1.02125 AC$$
$$R^2=0.9913$$

El coeficiente de regresión ( $R^2$ ) indica que los resultados se ajustan al modelo matemático propuesto para explicar la reacción.

#### Microscopía electrónica de barrido

Los gránulos del almidón nativo (Figura 1a) presentaron forma irregular, elongada y en algunos casos esferoidal, con un tamaño de 11 a 71  $\mu\text{m}$ ; En la Figura 1b se muestra la imagen de la pirodextrina elegida como mejor tratamiento, en donde se puede observar que algunos gránulos de almidón de banana fueron resistentes al tratamiento químico de la piroconversión.

Las modificaciones por pirodextrinización realizadas al almidón nativo de *M. cavendish*, parecen no provocar cambios en el tamaño de los gránulos que quedaron presentes.

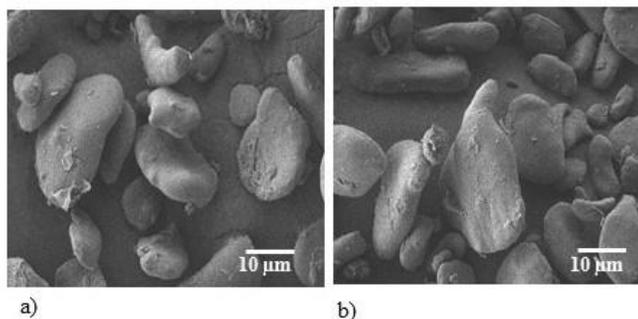


Figura 1. Micrografía del almidón de *M. cavendish*: a) Nativo; b) Pirodextrina.

#### Difracción de rayos X

El patrón de difracción de rayos X obtenido para el almidón nativo de *M. cavendish* AAA, así como para su pirodextrina, se muestran en la Figura 2. En ambas muestras se observó que dicho patrón fue de tipo C, el cual es una mezcla del patrón tipo A y tipo B y una cristalinidad de 29.12 % para el almidón nativo. Para la pirodextrina se obtuvieron valores de cristalinidad de 14.72 %.

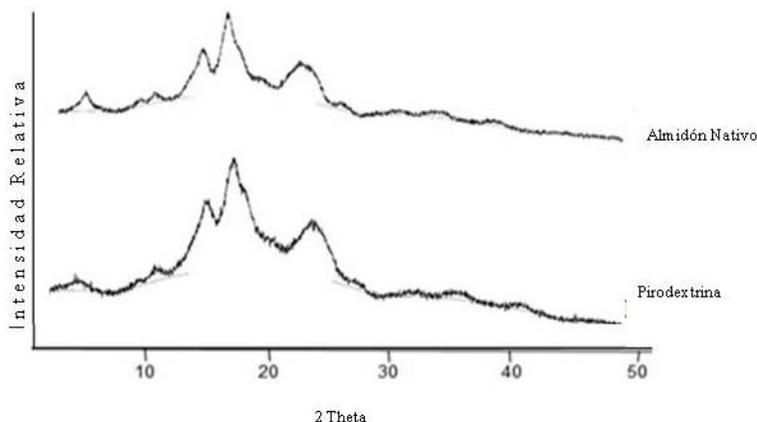


Figura 2. Patrón de difracción de rayos X del almidón nativo y pirodextrina a partir de almidón de *M. cavendish* AAA.

#### Gelatinización

En la figura 3 se muestran los termogramas del almidón nativo, pirodextrinizado obtenidos con los mejores tratamientos. La entalpía de gelatinización registrada fue de 12.67 J/g y la temperatura inicial, pico y final de gelatinización del almidón nativo de *M. cavendish* AAA fueron las correspondientes a 67.84, 73.58 y 81.59  $^{\circ}\text{C}$  respectivamente. Los valores de entalpía reflejan principalmente la pérdida del orden de las dobles hélices, significa

que las fuerzas responsables de la estabilidad estructural de los gránulos de almidón, son mayores a nivel de doble hélice.

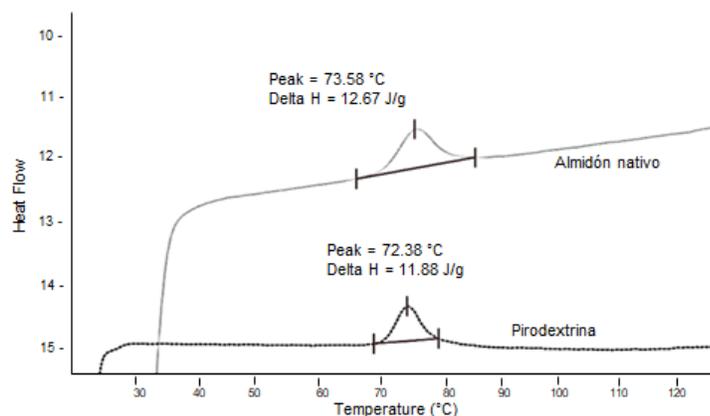


Figura 3. Termogramas del almidón nativo y pirodextrina obtenidos a partir de almidón de *M. cavendish* AAA

La pirodextrina seleccionada como el mejor tratamiento mostró temperatura inicial de gelatinización de 68.49 °C, temperatura pico de 72.38 °C y final de 76.21 °C. La entalpía de gelatinización registrada fue de 11.88 J/g. Aunque la entalpía de gelatinización disminuyó, aún se observan en la pirodextrina, picos endotérmicos que identifican la transición de la gelatinización, esto indica que solamente se presentó un debilitamiento de la estructura granular, pero sin la desintegración total de los gránulos y por consiguiente de su estructura cristalina, lo cual corrobora lo obtenido en los estudios de microscopía electrónica de barrido.

**Solubilidad y poder de hinchamiento.** La solubilidad del almidón nativo de *M. cavendish* AAA, se mantuvo baja en los rangos de temperatura de 25 a 60 °C. A partir de los 70 °C, comenzó a incrementar (2.61 %) mostrando la máxima solubilidad (19.85 %) a los 90 °C. La solubilidad en el almidón nativo de *M. cavendish* AAA es alcanzada en la temperatura máxima.

La pirodextrina comenzó a elevar su solubilidad a los 70 °C (6.99 a 13.30 %), y alcanzó su máxima solubilidad a los 90 °C (36.06 %), es decir que aumentó 3.04 % de solubilidad a la máxima temperatura expuesta. Aunque presentó mayor solubilidad que el almidón nativo bajo las mismas temperaturas, la alteración granular aún no está presente en su totalidad por efecto del tratamiento de piroconversión, lo cual se logra evidenciar también en la calorimetría diferencial de barrido.

**Poder de hinchamiento.** Los patrones de poder de hinchamiento muestran que el almidón nativo de *M. cavendish* no se hincha a temperaturas menores de 70 °C. Su poder de hinchamiento a 90 °C fue de 19 g de agua/g de almidón. Por lo cual, al haber pérdida de estructura cristalina, es probable que la pérdida de amilopectina en la pirodextrina se haya visto reflejada.

**Absorción de agua.** La pirodextrina elegida mostró pérdida significativa en su poder de hinchamiento, no así en su capacidad de absorber agua, esto es indicativo de que los enlaces se encuentran débiles a causa del tratamiento de pirodextrinización, pero por la naturaleza del almidón no tienen su estructura granular alterada por completo, quedando aún remanentes granulares. Se observa que el almidón nativo y la pirodextrina elegida muestran capacidad para absorber agua por encima de los 70 °C, esto es debido a que la ruptura intermolecular de enlaces de hidrogeno en las zonas amorfas que permiten la absorción de agua irreversible y progresiva.

### Conclusiones

Las condiciones de pirodextrinización óptimas fueron una relación de almidón/HCl de 160:1 (p/v), una temperatura de 90 °C y un tiempo de reacción de 1 h. Esto produjo una pirodextrina con 63.84 % de almidón resistente y con menor cambio de color.

Los gránulos de almidón nativo resistieron la hidrólisis de la pirodextrinización.

### Recomendaciones

Se recomienda, evaluar almidón de digestión lenta tanto al almidón nativo como la pirodextrina producida, y llevar a cabo el análisis *in vivo* de los productos en modelos experimentales de roedores.

### Referencias

- Beltrán-García, M. J., Manzo-Sánchez, G., Orozco-Santos, M. y Ogura, T. (2009). Sigatoka negra: El cáncer de la producción de banano. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 35(232), 58-63.
- Ble, J. L., Aparicio, M. A., Francisco, M. U., Córdova, R., Rodríguez, A., Méndez, J.D. y Díaz, J. C. (2010). Effects of native banana starch supplementation on body weight and insulin sensitivity in obese type 2 diabetics. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(5), 2-11.
- Jiménez-Domínguez, G., Ble-Castillo, J. L., Aparicio-Trápala, M. A., Juárez-Rojop, I. E., Tovilla-Zárate, C. A., Ble-Castillo, D. J., García-Vázquez, C., Olvera-Hernández, C. Pérez-Pimienta, C., Díaz-Zagoya, J. C. y Méndez J. D. (2015). Effects of acute ingestion of native banana starch on glycemic response evaluated by continuous glucose monitoring in obese and lean subjects. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(7), 7491-7505.
- Olvera-Hernández V, Betancur-Ancona D, Chel-Guerrero LA, Ble-Castillo JL, Castellanos-Ruelas AF. Morphological and Physicochemical Changes in Great Dwarf Banana (*Musa Cavendish* AAA) Starch Modified by Pyrodextrinization and Enzymatic Hydrolysis. *Starch-Stärke* 2017;70:1-9.
- Olvera, V., Aparicio, M.A. Ble, J.L., Muñoz J.M. y Rodríguez, L. (2012). Efecto del almidón resistente de banano (*Musa cavendish* AAA) sobre el control metabólico en ratas wistar con dieta alta en sacarosa. *Universidad y Ciencia*, 28(1):51-56.
- Ottenhof, M. A., y Farhat, I. A. (2004). The effect of gluten on the retrogradation of wheat starch. *Journal of Cereal Science*, 40(3), 269-274.
- Rivas-González, M., Méndez-Montealvo, M. G., Sánchez-Rivera, M. M., Núñez-Santiago M. C. y Bello-Pérez, L. A. (2008). Caracterización morfológica, molecular y fisicoquímica de almidón de plátano oxidado y lintnerizado. *Agrociencia*, 42, 487-497.
- Ruales, J. y Nair, B. (1994). Properties of starch and dietary fiber in raw and processed quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 45 (3), 223- 246.
- SAGARPA (2005). Secretaría de agricultura, ganadería y desarrollo rural, pesca y alimentación. PC-025-2005 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en banano cavendish [en línea] SAGARPA.org.mx [http://www.mexicocalidadsuprema.org/assets/galeria/PC\\_025\\_2005\\_Banano\\_cavendish.pdf](http://www.mexicocalidadsuprema.org/assets/galeria/PC_025_2005_Banano_cavendish.pdf). [Accesado fecha 2016].
- Sathe, S. K. y Salunkhe, D. K. (1981). Isolation, partial characterization and modification of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris*) starch. *Journal of Food Science*, 46 (2), 617-621.
- Segura, M. A. y Betancur, D. (2013). Almidones modificados: implicaciones funcionales y nutrimentales. Yucatán, México: Editorial Académica Española.
- Waliszewski, K. N., Aparicio, M. A., Bello, L. A. y Monroy, J. A. (2003). Changes of banana starch by chemical and physical modification. *Carbohydrate Polymers*, 52, 237-242.

# OPORTUNIDADES LABORALES Y EQUIDAD DE GÉNERO EN UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA DEL ESTADO DE MÉXICO

Margarito Jiménez Cruz Dr. en C.A.<sup>1</sup>, M. en A. Susana Amanda Vilchis Camacho<sup>2</sup>,

**Resumen**—Una de las preocupaciones de la mayoría de las universidades de nuestro país es la equidad de género. En los últimos años se refleja un aumento en la presencia de las mujeres en los procesos educativos, sin embargo, aún existen carreras que son establecidas o identificadas para hombres y para mujeres. Como vemos en las cifras del personal administrativo, las mujeres superan a los hombres, en la actual investigación no se profundiza en estos datos, pero reflejan la distribución de las actividades laborales entre hombres y mujeres. Esta institución tiene presencia en diferentes regiones del Estado de México.

El presente trabajo de investigación es el resultado de una serie de entrevistas realizadas a personal administrativo y cuerpo docente de la Universidad Autónoma del Estado de México, en la cual se muestra la perspectiva de género desde la visión de los trabajadores, no desde el punto de vista institucional.

**Palabras clave**—Oportunidades Laborales, Equidad de Género, Docentes, Administrativos

## Introducción

Una de las preocupaciones de la mayoría de las universidades de nuestro país es la equidad de género. En la Universidad Autónoma del Estado de México es uno de los ejes del plan rector de la actual administración, es innegable el apoyo que han recibido los comités de género institucionales en nuestra universidad, en la actualidad la UAEMex cuenta con más de 60 mil alumnos a nivel profesional y 8 mil en nivel medio superior, cuenta con 7,919 profesores de los cuales 4,101 son hombres y 3,818 mujeres, y 4,433 empleados administrativos, 2,177 hombres y 2,256 mujeres. En los últimos años se refleja un aumento en la presencia de las mujeres en los procesos educativos, sin embargo, aún existen carreras que son establecidas o identificadas para hombres y para mujeres. Como vemos en las cifras del personal administrativo, las mujeres superan a los hombres, en la actual investigación no se profundiza en estos datos, pero reflejan la distribución de las actividades laborales entre hombres y mujeres. Esta institución tiene presencia en diferentes regiones del Estado de México.

El presente trabajo de investigación es el resultado de doce entrevistas realizadas a personal administrativo y cuerpo docente de la Universidad Autónoma del Estado de México, en la cual se muestra la perspectiva de género desde la visión de los trabajadores, no desde el punto de vista institucional.

## Objetivo

Analizar la visión de equidad de género desde la perspectiva de la capacitación y oportunidades laborales de doce experiencias de personal académico y administrativo en la UAEMex.

## Metodología

Se realizaron 12 entrevistas formales a miembros del sector académico y administrativo, la entrevista giraba en torno a cinco ejes principales con respecto a la equidad de género, que son: estereotipos de género, salario, asignación de puestos, oportunidades laborales y capacitación, la entrevista se aplicó a seis hombres y 6 mujeres, independientemente de la actividad desempeñada dentro de la Universidad. Las entrevistas no fueron realizadas por la misma persona, sino por un grupo de estudiantes de segundo semestre del doctorado en Administración y Alta Dirección, por lo que cada uno de los entrevistadores aporta al momento de realizar la entrevista. La captura de la información de las entrevistas se hizo por parte de cada uno de los entrevistadores y se compartió la información con los demás compañeros.

La codificación de las entrevistas se realizó utilizando el software Atlas ti.

## Desarrollo

El personal entrevistado representa personal académico y administrativo de la universidad, con un rango de edad que va de los 28 a los 66 años de edad, y con niveles académicos que van de la Licenciatura, a nivel doctorado, y con una antigüedad mínima de un año y con una antigüedad máxima de 32 años, es importante resaltar esta

<sup>1</sup> Margarito Jiménez Cruz Dr. en C.A. es Profesor de la Facultad de Contaduría y Administración en la Universidad Autónoma del Estado de México, México. [jimzcr@msn.com](mailto:jimzcr@msn.com)

<sup>2</sup> La M. en A. Susana Amanda Vilchis Camacho es Profesora de la Facultad de Contaduría y Administración en la Universidad Autónoma del Estado de México, México [susvicam@yahoo.com.mx](mailto:susvicam@yahoo.com.mx)

información, ya que entre mayor antigüedad se tiene en la universidad, sobre todo las mujeres van percibiendo la desigualdad de género que hay dentro de la misma.

En lo que se refiere al aspecto de capacitación, la mayoría de los empleados universitarios considera que las oportunidades de capacitación por parte de la universidad son amplias y tanto hombres como mujeres pueden acceder a ella sin distinción de género, pero esa capacitación no les permite acceder a mejores oportunidades laborales, sino más bien les permite realizar un mejor desempeño de las mismas, en el caso de los maestros de tiempo completo y de asignatura, la capacitación brindada por la institución va más enfocada a la mejora de los procesos de enseñanza aprendizaje. Y como apoyo para poder acceder a diferentes estímulos existentes en la universidad, por ejemplo, algunos profesores de tiempo completo mencionaron lo siguiente: Sí, definitivamente sí, porque tenemos la oportunidad de competir en las diferentes convocatorias, una de ellas por ejemplo es el PROED. También generalmente me ha permitido tener altos niveles a nivel de PROED, hasta el periodo pasado que hubo cierta modificación y pues ahí no resulte tan beneficiada, pero sí, definitivamente el estar cursando los diferentes cursos, diplomados, a partir del doctorado, si ha sido de mayor beneficio. Sí se ha reflejado en el ascenso de las diferentes categorías. Sí, definitivamente sí, porque tenemos la oportunidad de competir en las diferentes convocatorias, una de ellas por ejemplo es el PROED. También generalmente me ha permitido tener altos niveles a nivel de PROED, hasta el periodo pasado que hubo cierta modificación y pues ahí no resulte tan beneficiada, pero sí, definitivamente el estar cursando los diferentes, desde cursos, diplomados, a partir del doctorado, si ha sido de mayor beneficio. Sí se ha reflejado en el ascenso de las diferentes categorías.

Mientras que uno de los profesores de asignatura menciona lo siguiente: No como tal. La verdad es que yo creo que si tuviera el perfil del tema de investigación me podrían ayudar un poco más. Yo los he tomado sobre todo por el tema de preparación personal y profesional y poder tener un poco más de aprendizaje para el tema de la enseñanza pero que lo haya utilizado para tener mejores oportunidades no. Otro profesor de asignatura menciona: Si, porque mezclo herramientas como tecnologías y me permite hacer más rápidas las clases e integrar más a los alumnos y hacer las clases más dinámicas.

Como podemos observar, más que como oportunidades para mejorar las condiciones laborales los cursos de capacitación se ven como mejora en la realización de sus actividades, de cierta manera la mejora de las condiciones laborales se ve reflejada con la antigüedad y escalada del grado académico de cada uno de los participantes, pero que no entra dentro de esa capacitación brindada por la institución, sino por aspiraciones personales.

De acuerdo con el informe de la European Technology Assessment Network (ETAN) elaborado en 2001, no hay correspondencia entre el incremento en la participación de mujeres académicas en las universidades y la baja representación de estas en los máximos cargos y órganos de toma de decisiones (ETAN, 2001). En la investigación realizada no hay personal académico como administrativo que hayan ocupado puestos de alto nivel, pero hay cuatro profesores de tiempo completo como resultado de la investigación, de los cuales dos son hombres y dos mujeres, en este caso se refleja una igualdad de género, los entrevistados de sexo masculino tiene una edad de 66 y 47 años y las profesoras de tiempo completo cuentan con una edad de 55 y 45 años, pero la narración que hacen para el logro de una plaza de tiempo completo es muy diferente y las mujeres mencionan, por ejemplo:

Una de las maestras de tiempo completo, con una antigüedad de 32 años laborando en la UAEMex y 55 años de edad, narra que, “si fue muy difícil que ella pudiera avanzar porque definitivamente no lo notaba desde un inicio que era un problema de género sino pensaba que era por cualidades académicas y como que lo venía asumiendo. Posteriormente pues me doy cuenta y ahora que tenemos esta temática relacionada con la equidad de género, pues si me pude dar cuenta que le daban preferencia a ocupar cargos administrativos y ascender de categoría a los varones, porque era un campo predominantemente del sexo masculino, más limitado para el sexo femenino, sin embargo pues una vez que ya fui avanzando de categoría, ya me fui posicionando y ya mediante la evidencia del interés por la academia y por la investigación, pues fui ganando lugar, pero sí, el campo y el área laboral en la que yo me vine desempeñando todo este tiempo, había una predominancia del sexo masculino llegué a durar años en las circunstancias en las que había mayor número de hombres y yo era la única mujer”.

Mencionando también que, “eso me dio cierta cancha, porque no era atacada por el sexo masculino, de lo contrario, sí había cierto buen trato hacia mi persona, pero sí, definitivamente fue luchar contra marea, porque pues también como mujer fue difícil combinar la parte profesional, con la parte familiar, sin embargo, sí se logró. Si obtuve varios reconocimientos y también fui teniendo diferentes cargos administrativos. Se venían combinando siempre el ejercicio docente con los cargos administrativos a nivel de jefaturas. Últimamente ya no tengo jefaturas por decisión propia y por las actividades propias de la investigación y las publicaciones de artículos, de capítulos para libro. Definitivamente ahora ya opino lo contrario, con la antigüedad que ya tengo, ya no hay tanto rechazo del sexo femenino, sin embargo, todavía existe una actitud misógina por parte del sexo masculino”.

Cómo podemos observar de acuerdo con la maestra, existe cierta desigualdad de manera muy escondida o no visible hacia la predominancia del sexo masculino en la Universidad, esta narración nos muestra los matices existentes

sobre la equidad de género y que realmente existen pequeñas acciones que muestran un grado de discriminación hacia las mujeres o la percepción que tienen las mujeres sobre el tema. La segunda profesora de tiempo completo, aunque en general menciona que ha tenido las mismas oportunidades que los hombres y el tiempo transcurrido para la obtención de un tiempo completo es más corto, al final de la entrevista menciona:

“Yo creo que en mi profesión como profesora y como investigadora, es una profesión que esta ordenada si pudiéramos llamarle o pudiéramos determinarla como un orden, por el género masculino, lo podemos observar en las publicaciones que se hacen a nivel de mundial, más del 70 por ciento de las publicaciones de artículos científicos son hechas por hombres, las asistencias a los congresos más del 50 por ciento de asistencia a congresos internacionales, es también de hombres y yo sí creo que es un determinante al menos en la profesión de la que estamos hablando, el poder mujer o ser hombre”.

Este punto me parece importante porque una de las funciones de la educación crear los mecanismos para que los alumnos adquieran una serie de conocimientos, destrezas y habilidades para el desarrollo de su profesión, pero también se forman como ciudadanos, que están integrados en la sociedad, y por lo tanto son personas que se deben desarrollar como profesionales aporten y generen ambientes de respeto, de los derechos entre hombres y mujeres, en donde no se pueden tolerar ningún tipo de violación a los derechos humanos de cualquier persona.

Teniendo en consideración estos aspectos y las declaraciones realizadas por las maestras de tiempo completo entrevistadas, probablemente no se esté transmitiendo el mensaje correcto para generar esos espacios de equidad entre hombres y mujeres, y sobre todo como transmitimos el discurso de equidad con nuestros alumnos.

En cuanto a los profesores de tiempo completo entrevistados, un profesor con una edad de 65 años y 23 años de antigüedad en la Universidad menciona:

“Las oportunidades que nos ofrece como académico dentro de la Universidad son varias y en lo particular pues en primer término servir precisamente en esta área académica que es muy noble para cada uno de nosotros pero a la vez ella misma la relación que tiene uno de trabajo con los académicos me dio la oportunidad en primer término en el plantel Nezahualcóyotl ser presidente de asociación de esta asociación misma que forma a la federación que es la FAAPAUDEM para servir a los académicos en el área sindical otra de las oportunidades que nos permite tener dentro de la universidad es precisamente la actualización profesional de ahí que primer término obtuve la licenciatura en filosofía en la facultad de humanidades, ahí misma en esa facultad la maestría en estudios latinoamericanos, y en la actualidad seguimos estudiando el doctorado en estudios latinoamericanos, pues son oportunidades importantes que uno tiene dentro de nuestra universidad”.

El segundo profesor de tiempo completo. Con 47 años de edad y 24 laborando en la Universidad menciona:

“Sí, me inicié como docente de asignatura en 1995, estuve laborando casi 2 años en las Facultades de Ciencias y de Economía de la UAEM; después de 1997 tuve la oportunidad de ocupar una plaza como profesor de medio tiempo en la Facultad de Ciencias. En 2001 se apertura una plaza de Tiempo Completo, la cual tuve la oportunidad de ocupar y realizar mi concurso de oposición en 2004 para ocuparla definitivamente. En 2005 solicité una licencia con goce de sueldo para realizar mis estudios de maestría en el Instituto de Investigaciones en Matemáticas y Sistemas de la UNAM, solicitud que me fue aprobada, así que estuve durante dos años de licencia, regresé en 2007 y en 2008 obtuve el grado de maestro en ciencias. Cuando me reincorporé a las actividades de docencia, el director de la Facultad de Ciencias me invita a ocupar el cargo de coordinador docente de la licenciatura en matemáticas y dos años después me invita a integrarme como parte de su equipo directivo en el cargo de Subdirector Académico. En este cargo tuve la oportunidad de conocer las diversas problemáticas de la facultad y de poder compartir puntos de vista con el resto de mis compañeros docentes, con alumnos y administrativos, creo que esa fue realmente la oportunidad que me abrió las puertas para poder ocupar posteriormente el cargo como director, que ocupe hasta 2016 y desde 2017 a invitación del actual rector, del Dr. Alfredo Barrera Baca, ocupo el cargo como Coordinador de la Unidad Académica Profesional Tianguistenco. Estas son las oportunidades que me ha dado la UAEM”.

Si observamos la narrativa de los maestros y las maestras de tiempo completo, se ve parte del sentir de las maestras de tiempo completo, ya que la trayectoria académica de los maestros pone en relieve los puestos directivos a las funciones administrativas a niveles más altos que han tenido los maestros y tal vez sea arriesgado mencionarlo pero talvez en un periodo de tiempo más corto, como es el caso de la maestra de 66 años, aunque puede ser que intervengan otros aspectos personales y familiares para no buscar el desempeño de un cargo administrativo de mayor envergadura o responsabilidades mayores. Pero desde un punto de vista muy particular considero que pone de manifiesto esos matices en donde la desigualdad de género se hace presente, matices en donde todos tenemos las oportunidades, tanto hombres como mujeres, pero al final la decisión se inclina por el sexo masculino para la ocupación de ciertos puestos, en donde ha prevalecido la ocupación por personas del sexo masculino, y se ve reflejado en el sentido que hasta la actualidad en nuestra Universidad no ha habido un rector que sea mujer, y creo que es parte de ese discurso en donde se propone la igualdad de género en todos los sectores de la Universidad, pero detrás hay

elementos en donde no se logra esa apertura total hacia las mujeres, y esa apertura también se ve reflejada en la sociedad, por eso es de vital importancia que haya una apertura total hacia la equidad y no solo se quede en el discurso.

Esto es en cuanto a las actividades administrativas realizadas por los profesores de tiempo completo y cómo podemos ver hay una desigualdad de género en cuanto al acceso a determinados cargos administrativos con respecto a hombres y mujeres.

En cuanto a las actividades propiamente académicas y de investigación, no se vislumbra una diferencia de género en cuanto a las actividades realizadas por el personal, debido a que este aspecto depende más de la voluntad y la perspicacia de cada uno de los investigadores que de cuestiones en donde se involucre otros aspectos.

En cuanto a los profesores de asignatura no se percibe una desigualdad de género ya que los entrevistados no desempeñan también un cargo administrativo dentro de la universidad, por lo tanto, se percibe equidad, ya que tanto hombres como mujeres realizan las mismas actividades y se percibe el mismo sueldo, la diferencia aquí puede ser que a nivel general en la universidad, de acuerdo con información encontrada en la página de la UAEMex (2018), del total de 5,787 profesores de asignatura, 2,916 son hombres y 2,871 mujeres, aquí podemos ver que aunque la diferencia es relativamente poca, aún existe una desigualdad de oportunidades laborales entre hombres y mujeres.

Con respecto a los entrevistados que ocupan un puesto administrativo dentro de la universidad, también mencionan que no se vislumbran diferencias de género y tanto hombres y mujeres piensan que tienen las mismas oportunidades independientemente de su género, pero de acuerdo a información oficial de la UAEMex (2018), hay un total de 2,256 mujeres en actividades administrativas, de las cuales 968 son de confianza, contra 791 hombres, 49 a nivel directivo, mientras que hay 51 hombres en el mismo nivel y finalmente hay 1,239 mujeres sindicalizadas y 1,335 hombres, si hacemos la suma hay 79 mujeres más en actividades administrativas, esto puede ser debido que se tiene la idea que hay cierto tipo de actividades administrativas que solo son para las mujeres, como pueden ser las actividades secretariales, este respecto sería interesante tener los datos sobre las actividades específicas que realizan los empleados de confianza y sindicalizados para hacer un análisis más detallado. De acuerdo con algunos autores la ausencia de mujeres en los principales espacios de decisión ha sido señalado y criticado en casi todos los estudios e informes que analizan la situación de las mujeres en las universidades (Burton, 1997). En el caso de la universidad podría no ser el caso, ya que de acuerdo a las cifras mencionadas en el párrafo anterior existe prácticamente una igualdad en cuanto a los puestos directivos ocupados por hombres y mujeres, la diferencia solo es de dos personas más, inclinando la balanza hacia los caballeros, pero como se mencionó también con anterioridad, hay oportunidades para ocupar las direcciones de espacios académicos o secretarías dentro de la universidad, pero hasta el momento no ha habido la apertura para ocupar la rectoría y probablemente podría ser por una cuestión de género.

En Estados Unidos hay muy pocas mujeres presidentas en colegios superiores o en universidades. A principios de 2014, sólo 26% de las presidencias eran ocupadas por mujeres, en contraste con el 57% de mujeres estudiantes (Lapovsky, 2014).

En América Latina, la presencia de mujeres en cargos directivos es aún más limitada. En Chile, por ejemplo, sólo había cuatro rectoras en el año 2000 (6.25%) y cinco (8%) en 2005. En ese mismo país, la presencia de mujeres en jefaturas de carrera era sólo de 33% (Saracosti, 2006). En México la mayoría de los cargos de decisión en las universidades son ocupados por hombres. De acuerdo con el estudio de Adrián de Garay y Gabriela del Valle (2012: 22), en 14 universidades seleccionadas "los hombres tienen un claro dominio en los altos puestos de dirección académica, con el 74%, lo que pone en evidencia la existencia, aún, del techo de cristal en ese ámbito laboral". De las mujeres académicas empleadas en el sector ciencia y tecnología (en México es fundamentalmente universitario), sólo 3.4% participa en puestos directivos, mientras que la participación masculina promedio en los mandos superiores es de 82.5% (Zubieta García & Marrero-Narváez, 2005).

El caso de ANUIES es representativo del conjunto de IES consolidadas. En la Asociación hay 180 instituciones afiliadas y sólo 20 de ellas son encabezadas por mujeres con cargos de directora general o rectora. En el Consejo Nacional, constituido por quince universidades o institutos, sólo una de ellas es encabezada por una mujer.

### *Conclusiones*

De acuerdo con la información recopilada en las entrevistas realizadas a los doce elementos que laboran en la UAEMex, no se perciben diferencias de género en cuanto a los cinco ejes principales con respecto a la equidad de género, que son: estereotipos de género, salario, asignación de puestos, oportunidades laborales y capacitación, planteados en el diseño de la entrevista, esto puede ser debido a los esfuerzos que ha realizado la presente administración para reducir la brecha en torno a la desigualdad, y ese se ve reflejado en la percepción que cada uno de los colaboradores tiene con respecto a su ambiente laboral.

Sin embargo considero que es importante resaltar el perfil que tienen los participantes, un 33% son profesores de tiempo completo con un grado académico de doctores, otro 33% son empleados universitarios con un cargo de jefe de departamento o un cargo mayor y el restante 33% son profesores de asignatura, el 50% tienen estudios de licenciatura y el otro cincuenta por ciento tienen el grado de doctor o están cursando sus

estudios de doctorado, por lo que puede ser que la visión que tienen sobre la equidad de género es más amplia, por lo tanto con estos resultados puede haber un sesgo en cuanto a los resultados, por lo que sería importante incluir en las entrevistas a personas con niveles educativos menores y que desempeñan diferentes actividades dentro de la universidad, y tal vez la visión y los resultados serían diferentes.

También sería importante incluir en la entrevista otras preguntas que pudieran obtener la información no percibida con respecto a la equidad de género, tal vez sería importante realizar observaciones directas en los centros de trabajo para poder detectar esas actitudes que no se pueden describir en una entrevista, pero que al observarla son importantes para identificar esa desigualdad de género existente en los espacios educativos dentro de la universidad.

Otro aspecto importante para considerar es que algunas de las entrevistas realizadas fueron hechas a personal subordinado o que pertenece a la dirección de trabajo de los entrevistadores, por lo tanto, las respuestas pueden estar sesgadas por esa relación laboral existente, por lo que también es importante considerar estos aspectos al momento de analizar la información y los resultados que arroja.

De acuerdo con los resultados obtenidos por las entrevistas considero que, si hay igualdad de género dentro de la universidad, en los últimos años se ha avanzado bastante, pero también hay muchas áreas de oportunidad, creo que hay que trabajar en las actitudes ocultas de la equidad, en donde el discurso es uno y las actitudes son otras. En este punto quisiera remarcar que también probablemente como es uno de los ejes del plan rector las respuestas pudieran haber sido influidas, ya que dentro de la universidad se menciona mucho lo de equidad de género, pero al momento de preguntar a los entrevistados, pocos conocen las acciones que se están realizando y en una de las entrevistas se menciona la poca participación que hay de los comités de género de cada uno de los espacios académicos, por lo que sería importante resaltar el papel que juegan y dar a conocer todos los programas alineados a estos comités.

Desde un punto de vista muy personal creo que aún existe mucha desigualdad dentro de la universidad, pero que no se hace evidente por temores a represalias por parte de las autoridades o de los mismos compañeros.

También es relevante mencionar que los empleados más jóvenes perciben una menor desigualdad de género, ya que al momento de incorporarse a la institución ya había esquemas o programas de igualdad de género, independientemente de todos los movimientos sociales y políticas gubernamentales en pro de la igualdad de género en la sociedad, marcando de alguna manera el comportamiento de los hombres y aceptando una mayor apertura e igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres.

También cabe resaltar que los profesores con mayor trayectoria dentro de la universidad son profesores de tiempo completo y tienen más estabilidad laboral dentro de la universidad, por lo que esto puede influir en la percepción que se tiene de igualdad en las labores que desempeñan.

### Referencias Bibliográficas

- Burton, Clare (1997). *Gender Equity in Australian University Staffing*. Australia.
- ETAN (2001). Política científica de la Unión Europea. Promover la excelencia mediante la integración de la igualdad entre los géneros: Comisión Europea, Dirección General de Investigación, European Technology Assessment Network.
- Lapovsky, Lucie (2014). Why So Few Women College Presidents? *Forbes*. from <http://www.forbes.com/sites/lucielapovsky/2014/04/13/why-so-few-women-college-presidents/>
- Saracostti, Mahia (2006). Mujeres en la alta dirección de la educación superior: posibilidades, tensiones y nuevas interrogantes. *Calidad en la Educación* (25), 243-259.
- Zubieta García, Judith & Marrero-Narváez, Patricia (2005). Participación de la mujer en la educación superior y la ciencia en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 2(1), 15-28.

# ESTUDIO DE FACTORES QUE INCIDEN EN LOS SENSORES DE TERMÓMETROS DE RADIACIÓN

Ing. Margarita Kaplun Mucharrafille<sup>1</sup>, Dr. Ing. Alberto Rossa-Sierra<sup>2</sup>,  
M. Gaspar Antonio Giannuzzi Ponce<sup>3</sup>, Dr. Ing. Omar Humberto Cruz Silva<sup>4</sup>

**Resumen**—Se ha analizado la conveniencia de estudiar el comportamiento de los sensores de los termómetros infrarrojos y de las cámaras termográficas, con el objetivo de determinar si los resultados obtenidos de sus mediciones, se ven afectadas, entre otros factores por las diferentes marcas comerciales, los modelos físicos de los instrumentos, el tipo de instrumento de medición e inclusive los modelos matemáticos de sus sensores, tratando de identificar cuál es la interacción de sus funciones ajustables, como lo es la emisividad. Así como establecer una significancia en los resultados al realizar mediciones y calibraciones con diferentes valores de emisividad, para diferentes puntos de calibración.

**Palabras clave**—Termómetros de radiación, Cámaras termográficas, Sensores infrarrojos, Emisividad, Temperatura de radiancia, Calibración termometría de radiación.

## Introducción

Hoy en día, la aplicación de los termómetros de radiación y de las cámaras termográficas es muy extensa. Gracias a su posibilidad de realizar mediciones a distancia y de obtener perfiles de temperatura de las superficies medidas, son utilizados en diversos campos como: industrial, automotriz, aeronáutico, agrícola, forestal, agua e hidrocarburos, ensayos no destructivos, mantenimientos predictivos y preventivos, entre otros sectores y servicios.

La importancia de que estos instrumentos midan de manera eficiente, radica en el hecho de que las lecturas obtenidas de ellos, pudieran ser útiles para la toma de decisiones. Encontrar una homologación entre la forma de medición de los sensores de los instrumentos, la de los laboratorios de calibración y la del usuario final, permitiría construir una cadena de mediciones adecuadas, para la toma de dichas decisiones.

Tanto por observación dentro del laboratorio de Kapter®, como por la de algunos colegas con experiencia en termometría de radiación, clientes e inclusive algunos fabricantes y considerando que la problemática de medir a emisividades diferentes a 1 se presenta a diario, nos afrontamos con el hecho y se consideró conveniente realizar la presente investigación, para estudiar el efecto de la emisividad y la temperatura en los resultados de las mediciones hechas con termómetros de radiación y cámaras termográficas, conociendo a partir de su significancia la factibilidad de medir a emisividades distintas a 1.

Diversos documentos en temas de termometría de radiación, tanto internacional como nacionalmente, indican que la medición de la temperatura de radiancia, se debe realizar con la emisividad ajustada a 1. Sin embargo, dicho valor se trata de aproximar en los cuerpos grises, los cuales son fuentes de radiación, que en su mayoría, son utilizados por laboratorios primarios y secundarios y no son del todo accesibles para los diversos campos de aplicación.

La presente investigación plantea la problemática desde el punto de vista de medición de los termómetros de radiación y cámaras termográficas, ya que los cuerpos reales o radiadores selectivos, presentan superficies de radiación menores a 1 y al ser medidos, se observa un cambio significativo en los resultados al variar la emisividad, tomando ésta valores lejanos a 1.

---

<sup>1</sup> Ing. Margarita Kaplun Mucharrafille, es estudiante de Posgrado en CIATEQ / Brikap, S.A. de C.V., Jalisco, México. mkaplun@kapter.mx (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> El Dr. Ing. Alberto Rossa-Sierra, es Profesor de la Universidad Panamericana y del Posgrado de CIATEQ, Jalisco, México. lurosa@up.edu.mx

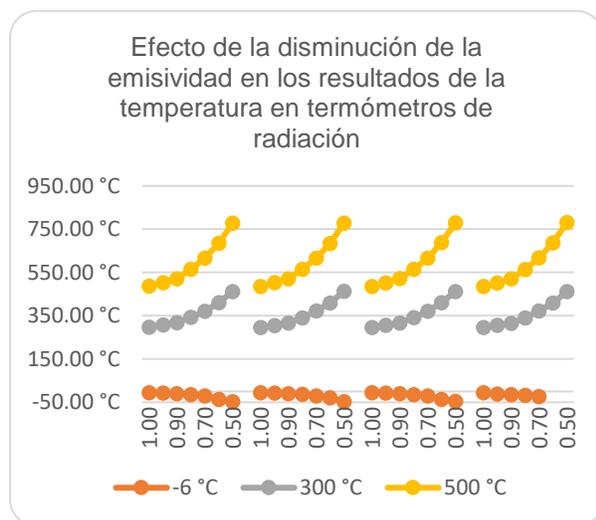
<sup>3</sup> M. Gaspar Antonio Giannuzzi Ponce<sup>3</sup>, Dr. Ing. Omar Humberto Cruz Silva, es profesor en el ITESO y del Posgrado de CIATEQ, Jalisco, México. ggiannuz@iteso.mx

<sup>4</sup> El Dr. Ing. Omar Humberto Cruz Silva CIATEQ, es investigador y profesor de CIATEQ, Jalisco, México. omar.cruz@ciateq.mx

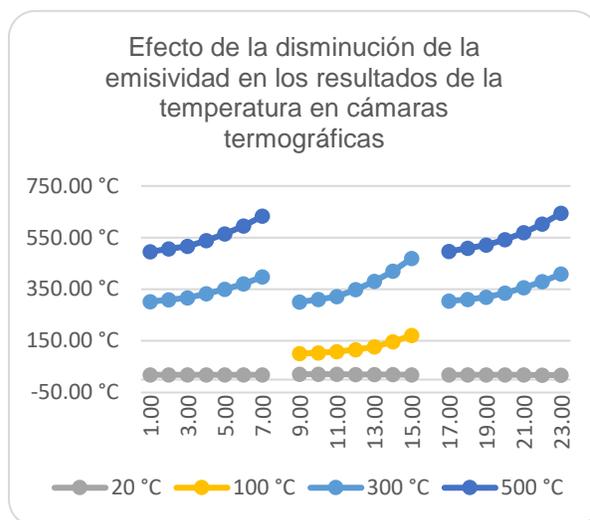
### Descripción del método

Con la finalidad de estudiar el comportamiento de los sensores de los termómetros infrarrojos y de las cámaras termográficas y con el objetivo de determinar si los resultados obtenidos de sus mediciones, se ven afectadas, entre otros factores por las diferentes marcas comerciales, los modelos físicos de los instrumentos, el tipo de instrumento de medición e inclusive los modelos matemáticos de sus sensores, la forma de ajuste interno de funciones ajustables como la emisividad, se consideró adecuado realizar mediciones para conocer su comportamiento.

Las primeras mediciones consistieron en medir en siete valores diferentes de emisividad: 1, 0.95, 0.90, 0.80, 0.70, 0.60 y 0.50, a tres puntos de temperatura, con seis réplicas, con dos tipos de instrumentos de medición: cuatro termómetros de radiación y tres cámaras termográficas. Los resultados se pueden ver en la gráfica 1 y 2:



Gráfica 1. Efecto de la disminución de la emisividad en los resultados de la temperatura en 4 termómetros de Radiación.



Gráfica 2. Efecto de la disminución de la emisividad en los resultados de la temperatura en 3 cámaras termográficas.

Deduciendo de la parte experimental, que existe una relación entre la emisividad y la temperatura que podría afectar a los resultados de la medición. Sin embargo, este patrón se presenta independientemente de las marcas, modelos, tipos de instrumentos e inclusive del modelo matemático de sus sensores.

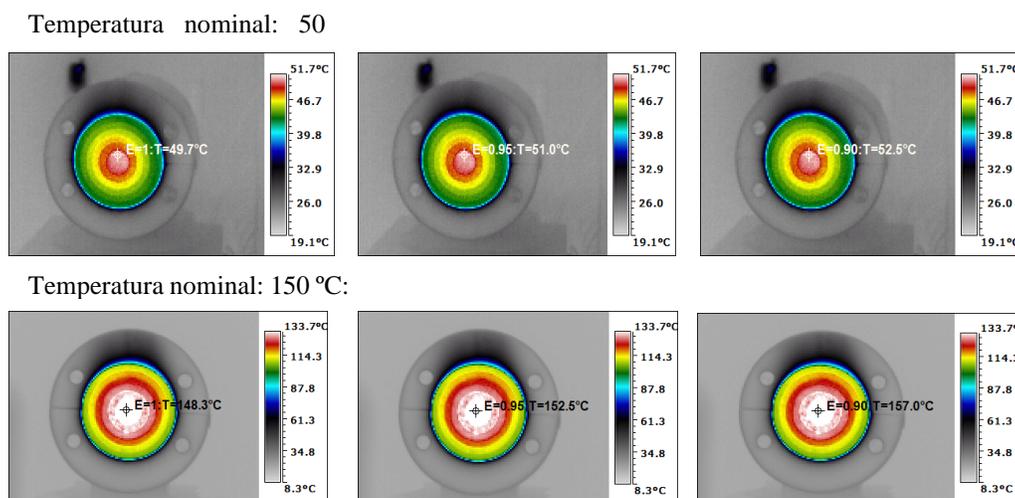


Figura 1. Termogramas de cuerpos grises con cavidad de cuerpo negro y gradiente térmico, a temperaturas nominales de 50 °C y 150 °C, que muestran que al establecer emisividades menores a 1, la temperatura se incrementa.

Estos efectos térmicos, también se pueden observar en los siguientes termogramas de la Figura 1, en donde se muestra un perfil térmico de un cuerpo gris con cavidad de cuerpo negro, que cuenta con un dispositivo circular a la cavidad central, compuesto de anillos circulares concéntricos capaces de generar gradientes térmicos. Su emisividad funcional es de 0.99 y en su centro se observan las máximas temperaturas. El ajuste de emisividad se realizó mediante el software Thermocom IR Analyser:

Dados los resultados preliminares y para mostrar el efecto de los dos factores que aparentemente afectan en mayor medida los resultados que son: Emisividad y Temperatura, ya que el patrón se muestra tanto en termómetros de radiación como en las cámaras termográficas, se opta por establecer una significancia en los resultados al realizar mediciones y calibraciones con diferentes valores de emisividad, para diferentes puntos de calibración.

*Metodología del diseño de experimentos*

Para demostrar dicha significancia, se decidió hacerlo mediante un diseño de experimentos multifactorial. Se seleccionaron siete instrumentos de medición, de los cuales, cuatro son termómetros de radiación y tres cámaras termográficas, ambos tipos de instrumentos miden la temperatura de radiancia emitida por la superficie de un objeto, algunos de ellos son nuevos y otros usados, representan una combinación entre tipos de instrumentos, modelos, marcas, especificaciones técnicas y modelos matemáticos de sus sensores térmicos, todos ellos con posibilidad para realizar ajustes en el valor de la emisividad.

Se sabe que la medición y la calibración en termometría de radiación conlleva a considerar mas de una variable, por lo que en este estudio sólo se consideran dos variables: emisividad y puntos de calibración, como variables significativas para los resultados.

Se seleccionaron cuatro niveles para la emisividad: 1,00; 0,95; 0,80; 0,70 y tres niveles para los puntos de calibración: -6 °C, 300 °C y 500 °C (para cuatro termómetros de radiación y dos cámaras termográficas) y 20 °C, 100 °C y 300 °C (para una de las cámaras termográficas) y se llevó a cabo un análisis de varianza multifactorial de una variable dependiente (temperatura) y dos variables dependientes (emisividad y puntos de calibración), con seis réplicas. Teniendo con ello 72 números de casos completos para analizar.

*Ejemplo:*

De los resultados de la metodología empleada para uno de los termómetros de radiación, marca: Fluke, modelo 568, No. Identificación: LTR-08.

*Planteamiento de las hipótesis*

H<sub>0</sub>: α<sub>i</sub> = 0: No existe un efecto significativo de la emisividad en los resultados obtenidos.

H<sub>1</sub>: α<sub>i</sub> ≠ 0: Sí existe un efecto significativo de la emisividad en los resultados obtenidos.

H<sub>0</sub>: β<sub>j</sub> = 0: No existe un efecto significativo de los puntos de calibración en los resultados obtenidos.

H<sub>1</sub>: β<sub>j</sub> ≠ 0: Sí existe un efecto significativo de los puntos de calibración en los resultados obtenidos.

H<sub>0</sub>: (αβ)<sub>i,j</sub> = 0: No existe efecto significativo de la interacción entre la emisividad y los puntos de calibración en los resultados obtenidos.

H<sub>1</sub>: (αβ)<sub>i,j</sub> ≠ 0: Sí existe efecto significativo de la interacción entre la emisividad y los puntos de calibración en los resultados obtenidos.

*Establecimiento de la regla de decisión*

Se rechaza H<sub>0</sub>, en cualquiera de los casos, si al analizar los datos, se obtiene un Valor-P ≤ 0.05.

*Decisión sobre los resultados obtenidos en el diseño de experimentos, contenidos en el Cuadro 1.*

Análisis de Varianza para Temperatura 1 - Suma de Cuadrados Tipo III					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Emisividad 1	44542.4	3	14847.5	1248852.55	0.0000
B:Puntos Calibración	3.76352E6	2	1.88176E6	158278806.39	0.0000
INTERACCIONES					
AB	40338.5	6	6723.08	565492.40	0.0000
RESIDUOS	0.713333	60	0.0118889		
TOTAL (CORREGIDO)	3.8484E6	71			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Cuadro 1. ANOVA que descompone la variabilidad de Temperatura en contribuciones debidas a varios factores.

*Conclusiones del diseño de experimentos ANOVA mostrado en el Cuadro 1.*

Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, se concluye que estos factores: Emisividad y puntos de calibración, tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Temperatura con un 95.0% de nivel de confianza.

Se aceptan las siguientes hipótesis para todos los termómetros de radiación y cámaras termográficas estudiadas, dado que  $Valor-P = 0.000$ .

$H_1: \alpha_i \neq 0$ : Sí existe un efecto significativo de la emisividad en los resultados obtenidos.

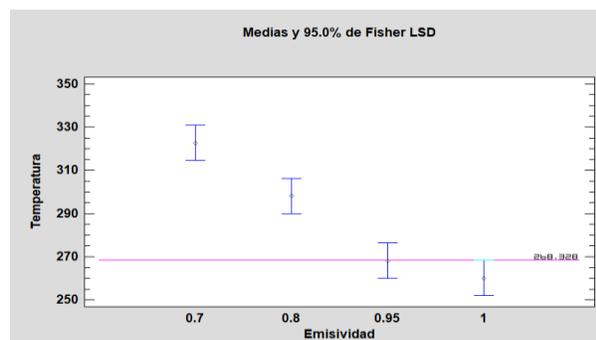
$H_1: \beta_j \neq 0$ : Sí existe un efecto significativo de los puntos de calibración en los resultados obtenidos.

$H_1: (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$ : Sí existe efecto significativo de la interacción entre la emisividad y los puntos de calibración en los resultados obtenidos.

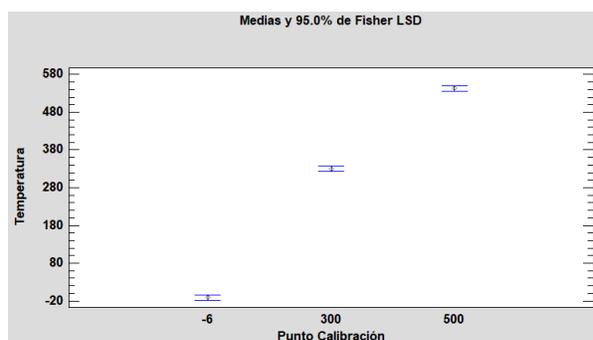
*Comparaciones múltiples por medio de gráficos de medias*

Observando las gráficas de medias 3 y 4, hay diferencias entre las medias para valores de emisividad de 0.7 y 0.8, lo cual indica que habría un cambio significativo en los resultados de las mediciones, al medir la temperatura en dichas emisividades. Para el caso de valores de emisividad de 0.95 y 1, ocurre lo contrario, no hay diferencia entre las medias, debido a que los datos graficados se traslapan y por lo tanto no existe cambio significativo en los resultados al medir la temperatura en estas emisividades.

Cabe mencionar que respecto a los diferentes puntos de calibración, hay diferencias entre las medias para los tres puntos de temperatura seleccionados: (-6, 300 y 500) °C, lo cual indica que habría un cambio significativo en los resultados si la temperatura llegara a variar tan significativamente; sin embargo, los niveles de variación dentro del mismo punto de calibración son pequeñas, por lo tanto, no afecta los resultados si se mantienen temperaturas estables al momento de medir.



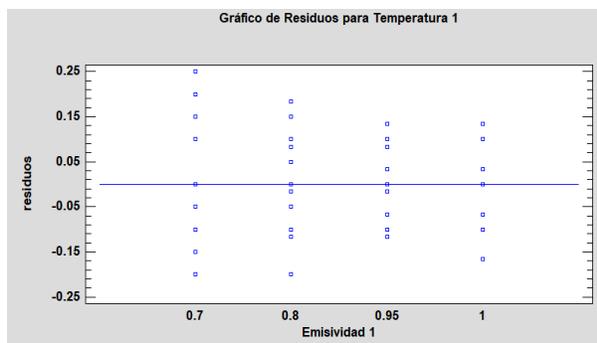
Gráfica 3. Gráfica de medias y 95% de Fischer LSD, de Temperatura y Emisividad. Termómetro de radiación, Marca: Fluke, Mod. 568, No. ID: LTR-08.



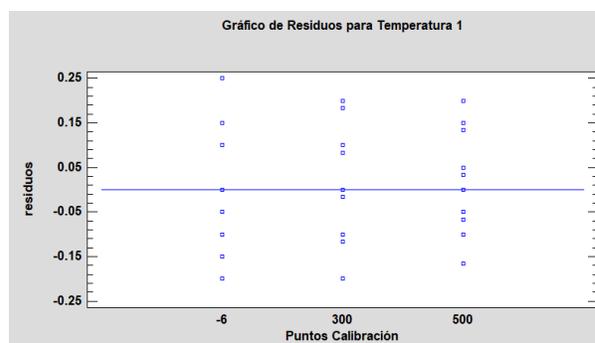
Gráfica 4. Gráfica de medias y 95% de Fischer LSD, de Temperatura y Puntos de calibración Termómetro de radiación, Marca: Fluke, Mod. 568, No. ID: LTR-08.

La validación del modelo del experimento diseñado, se evalúa mediante el cumplimiento de lo siguientes supuestos:

- a) Aunque no es un supuesto propiamente dicho, un gráfico de residuos contra factores: Emisividad y puntos de calibración, permite observar si existen datos anómalos o no, ya que un dato anómalo cambiaría todos los resultados del análisis y no tendrían suficiente validez para su análisis. Si existiera un dato anómalo, no se pudiera eliminar salvo que viniese de un error en la medición, caso contrario sería motivo de una nueva investigación. Para este termómetro, no se observan datos anómalos. Estos efectos se pueden observar en la Gráfica 5 y 6.

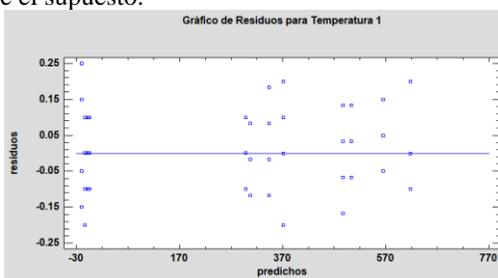


Gráfica 5. Gráfica de Residuos y factor emisividad. Termómetro de radiación, Marca: Fluke, Mod. 568, No. ID: LTR-08.



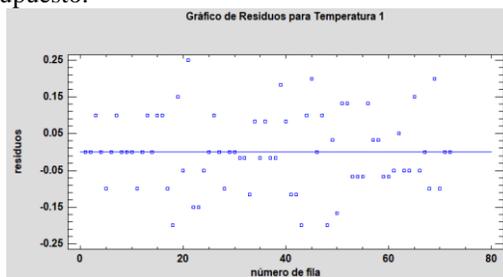
Gráfica 6. Gráfica de Residuos y factor punto de calibración. Termómetro de radiación, Marca: Fluke, Mod. 568, No. ID: LTR-08.

- b) Cumplimiento del supuesto de residuos contra predichos: (Igualdad de varianzas). Debido a que el gráfico 7 muestra que los datos no forman un cono creciente de izquierda a derecha, se concluye que existe homogeneidad de varianzas y con ello se cumple el supuesto.



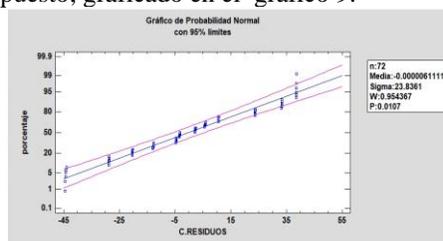
Gráfica 7. Gráfica de Residuos y predichos. Termómetro de radiación, Marca: Fluke, Mod. 568, No. ID: LTR-08.

- c) Cumplimiento del supuesto de residuos contra secuencia de datos: Los datos en el gráfico 8 no presentan un patrón de comportamiento en orden de aparición, lo cual confirma su aleatoriedad y con ello el supuesto de independencia de errores, cumpliendo así el supuesto.



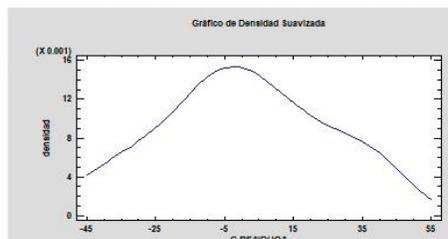
Gráfica 8. Gráfica de Residuos v número de fila. Termómetro de radiación, Marca: Fluke, Mod. 568, No. ID: LTR-08.

- d) Cumplimiento del supuesto de normalidad, a partir de los residuales. Un criterio para evaluar este supuesto, es considerando el estadístico de Shapiro-Wilk, en donde se obtiene un dato probabilístico “W” y éste se compara con el Valor-P. Cuando éste estadístico es mayor que Valor-P, se concluye que los datos cumplen con los principios de normalidad para el ensayo propuesto, graficado en el gráfico 9.



Gráfica 9. Gráfica de Probabilidad Normal con 95% de confianza. Termómetro de radiación, Marca: Fluke, Mod. 568, No. ID: LTR-08.

El gráfico 10 de probabilidad normal, muestra, que si bien es cierto, los datos no muestran un comportamiento completamente normal, se observa un comportamiento aproximadamente normal para el ensayo propuesto y para demostrar dicha aproximación a la normal se recurre al gráfico 10 de densidad suavizada, ya que ésta nos permite “ajustar” el comportamiento de los datos y con ello concluir que con la normalidad presentada es suficiente para justificar los resultados del ensayo.



Gráfica 10. Gráfica de Densidad Suavizada de Residuos. Termómetro de radiación, Marca: Fluke, Mod. 568, No. ID: LTR-08

### Comentarios finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se estudió el comportamiento de los sensores de los termómetros infrarrojos y de las cámaras termográficas, con el objetivo de determinar si los resultados obtenidos de sus mediciones, se ven afectadas por factores diferenciales que pudiesen existir entre ellos.

Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico mediante un diseño de experimentos de análisis de varianzas – ANOVA, pruebas experimentales con cuatro termómetros de radiación y tres cámaras termográficas, medidos en fuentes de radiación con cavidad de cuerpo negro y análisis termográfico de cada medición mediante software termográfico especializado.

#### Conclusiones

Con los resultados obtenidos del diseño de experimentos, se finaliza el análisis estadístico para la validación del modelo propuesto, concluyendo que el diseño de experimentos es adecuado para la validación de la presente investigación, ya que los supuestos del análisis de varianzas - ANOVA se cumplen: supuesto a) no se observan datos anómalos, supuesto b) existe igualdad de varianzas, supuesto c) existe aleatoriedad en los datos y por lo tanto Independencia de errores y supuesto d) existe un comportamiento aproximadamente normal.

Existe una relación entre la emisividad y la temperatura a medir, que podría afectar los resultados de las mediciones. Este patrón se presenta independientemente de la marca, modelo, tipo de instrumento e inclusive del modelo matemático de sus sensores y demás diferencias que pudieran existir entre estos.

La significancia entre la emisividad y la temperatura se presenta tanto en termómetros de radiación como en cámaras termográficas, independientemente de sus diferencias de medición. Los factores: Emisividad y puntos de calibración, tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la temperatura con un 95.0% de nivel de confianza y estadísticamente hablando, no existe efecto significativo de la interacción entre la emisividad y los puntos de calibración en los resultados obtenidos.

Para valores de emisividad entre 0.95 y 1 no hay diferencia entre las medias, por lo tanto no existe cambio significativo en los resultados al medir la temperatura en estas emisividades. Para evitar cambios significativos en los resultados de las mediciones, es importante mantener temperaturas estables al momento de la medición y calibración y así, eliminar la posible interacción entre los factores.

Independientemente del equipo con el que se mida la temperatura de radiancia, la temperatura leída va a cambiar con el valor de emisividad asignado. Pese a que se desconoce el modelo matemático de los sensores estudiados, se observó, que en promedio, los aumentos de temperatura son similares en cada uno de los equipos, debido al cambio de emisividad. A menor emisividad, mayor temperatura.

Adicional a los factores aquí estudiados, se deben evaluar los factores externos que afectan a las mediciones como son: radiación solar, luz visible, distancia, arreglo experimental.

Los resultados aquí observados son de importancia y de principal relevancia para aquellas aplicaciones que requieran mediciones y calibraciones de temperatura de radiancia o el uso de los instrumentos aquí investigados.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en el factor de la normalidad aproximada y e intentar mitigarla mediante otros estudios estadísticos o mediante mas pruebas experimentales que involucren termómetros de radiación y cámaras termográficas de marcas y modelos variados. Podríamos sugerir mostrar resultados de calibraciones, mas que de mediciones, para mostrar el impacto de la incertidumbre de los resultados.

Se sugiere reducir las diferencias entre los diferentes valores de emisividad, para poder lograr mayor alcance en las mediciones de los laboratorios de medición y calibración con fuentes de radiación con emisividad efectiva menor a 1.

Investigar sobre los modelos matemáticos de los sensores térmicos disponibles en el mercado, para establecer si estos son del tipo Planckiano y alguna aproximación a dicho modelo, para establecer correlaciones entre éstos y sus temperaturas medidas.

### Referencias

- STATGRAPHICS Centurion 18, Versión 18.1.12 (64-bits); Statgraphics Technologies, Inc.1982-2018.Ed. Evaluación.  
Montgomery, D.C. (1991). Diseño y Análisis de Experimentos. Segunda edición. México, D.F.: Editorial Limusa, Grupo Noriega Editores. 2003.
- Gutiérrez Pulido, H y de la Vara Salazar, R. Análisis y diseño de experimentos. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana. 2004.
- Vicente, M.L.; Girón, P.; Nieto, C. y Pérez, T. Diseño de experimentos. Soluciones con SAS y SPSS. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Apuntes posgrado CIATEQ, A.C. Diseño de Experimentos. Clave: OBMA-3. M. Gaspar Antonio Giannuzzi Ponce<sup>3</sup> 2019.

# Implementación de un manual para realizar las requisiciones de compra y órdenes de compra en la industria manufacturera

Dr. Arnulfo Lara Menéndez<sup>1</sup>, Lic. Nuria Fernández Hernández<sup>2</sup>,  
Brenda Olivia Limón Vásquez<sup>3</sup> y Mayra María Zurita Villatoro<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente trabajo de investigación, tiene como finalidad demostrar la importancia que para la empresa manufacturera tiene el contar con un manual que detalle cómo se realiza la función cotización, requisición y orden de compra en la empresa. En ocasiones, el departamento de compras está conformado por una sola persona, el jefe de compras y sus responsabilidades son realizar la adquisición de materiales e insumos para la fabricación de sus productos, es importante considerar que regularmente en cada departamento operativo se tiene que contar con dos personas, un jefe y un auxiliar para que ambos realicen el ciclo correcto de las operaciones que se derivan por el funcionamiento de la misma, asignando actividades de acuerdo a su jerarquía, la implementación de este manual es contar con una guía de cómo hacer cada uno de estos procedimientos y lograr una optimización de tiempos y recursos económicos.

**Palabras clave**—Manual, función, procedimiento, departamento, operativo

## Introducción

El uso de manuales de procedimientos dentro de las empresas es una herramienta primordial para el buen desarrollo de sus funciones administrativas y de control, pues de ellos se derivan los pasos a seguir en cada función que surge por el funcionamiento de estas.

El emplear recursos materiales de forma óptima debe traer a la empresa un ahorro en sus finanzas, no pérdidas al departamento y por consecuencia a la empresa, es una parte medular de las operaciones y contribuye de manera importante en la generación de utilidades. El manejo eficiente del inventario trae múltiples beneficios, como son: reducir la pérdida de venta por falta de mercancía, reducción de los costos de fletes por una mala planeación, reducción de las compras de emergencia y reducir tiempos, puesto que al tener el material necesario no hace falta detener la producción por espera de material.

En el presente trabajo de investigación, la finalidad es conocer sobre la optimización de los recursos materiales en el departamento de compras, pretendiendo que no haya gastos innecesarios en cuanto a la obtención de materias primas, suministros para la fabricación, equipo de cómputo, material de papelería, maquinaria y herramienta.

Cabe mencionar, que dicho departamento se encarga de realizar cotizaciones para obtener los productos que más se adapten a las necesidades de uso y que cada departamento hace la requisición con el departamento de compras sin embargo, este último no se cerciora que realmente sea necesaria la compra o bien, cuando se trata de algún reemplazo que ya no tenga reparación y que ciertamente ya no sea funcional.

Con esta investigación, se pretende que la función en las compras que se realicen sea óptima y las necesarias para la producción de los productos, evitando realizar compras de más y sin tener que quedar por debajo de los mínimos requeridos para producción.

## Conceptos Básicos

- Manual: Según Múnera (2002), es la forma en la cual se gestionan, dentro de los diferentes procesos de la empresa, mecanismos mediante los cuales se pueda aprovechar de una forma inteligente todo el conocimiento que se maneja en la organización.

<sup>1</sup> Dr. Arnulfo Lara Menéndez es profesor de la Universidad Veracruzana en el Programa Educativo de Administración del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana Región Orizaba-Córdoba, Maestro en Gestión de la Calidad y Licenciado en Administración de Empresas, Doctor en Ciencias en el Área de la Alta Dirección. arnulara@uv.mx

<sup>2</sup> Mtra. Nuria Fernández Hernández es profesor de la Universidad Veracruzana en el Programa Educativo de Administración del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana Región Orizaba-Córdoba. nufernandez@uv.mx

<sup>3</sup> C. Brenda Olivia Limón Vásquez es alumna del Programa Educativo de Administración del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana Región Orizaba-Córdoba.

<sup>4</sup> C. Mayra María Zurita Villatoro es alumna del Programa Educativo de Administración del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana Región Orizaba-Córdoba.

- Otra definición que plantea Diamond (1983) de los manuales es la siguiente "... son un medio de comunicación muy especializada y requiere de habilidades de comunicación especializada, que se estructuran a través de pasos simples y lógicos...".
- Procesos: Se define al proceso como: "una unidad en sí que cumple un objetivo completo, un ciclo de actividades que se inicia y termina con un cliente o un usuario interno" (Carrasco, B., 2001, p.11).
- La norma (ISO 9001 2015), y de acuerdo con las definiciones, un proceso es un "conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados". Como en cualquier otro negocio, existen diferentes procesos: casi cualquiera puede hacer que su contabilidad, para la compra de materiales de construcción, para la contratación de un contratista o para confirmar una orden de compra de un cliente.
- Procedimiento: Según Melinkoff, R (1990), "Los procedimientos consiste en describir detalladamente cada una de las actividades a seguir en un proceso laboral, por medio del cual se garantiza la disminución de errores". (p. 28).
- Gómez F. (1993) señala que: "El principal objetivo del procedimiento es el de obtener la mejor forma de llevar a cabo una actividad, considerando los factores del tiempo, esfuerzo y dinero". (p.61).

### Descripción del Método

Para la implementación de un manual para el departamento de compras, es necesario conocer los documentos de control que se originan por la compra y venta de productos de acuerdo con la actividad preponderante de la empresa, los cuales se detallan a continuación:

- **REQUISICIÓN DE COMPRAS.**

¿Qué es compra?

"Es la acción de obtener o adquirir a cambio de un precio determinado un producto o servicio."

Durante las primeras civilizaciones no existía la compra, ya que el sistema funcionaba a través del intercambio de mercancías o trueque, no existía el nombre comprador y vendedor ambos estaban en igualdad de condiciones entregando una cosa a cambio de otra. Las empresas suelen contar con un Departamento de Compras, que se responsabiliza de adquirir todo lo necesario para que la empresa opere con normalidad. Debe tomar decisiones en función del precio, la calidad y la funcionalidad, y deberá almacenar lo que compre para luego proveerlo al área que lo necesite.

Tipos de requisición y cómo se elabora

El formulario de requisición de compra, es el documento generado por el departamento que tienen necesidades de algún material o producto, o en ocasiones es un documento que controla el personal de almacén para notificar al departamento de compras los artículos que se necesitan pedir, la cantidad y el marco de tiempo de entrega. La compra de productos y mercancías en una empresa comienza con la recopilación de requerimientos. La requisición de compra es el documento que contendrá la lista de esos requerimientos de materiales. Las requisiciones de compra y las órdenes de compra son documentos clave en el proceso de adquisición de los artículos que la empresa necesita para su operación, estandarizando el proceso de pedidos interna y externamente.

Puntos clave para la requisición de compras.

- Es una solicitud que se realiza al departamento de compras para adquirir materiales para la producción de productos terminados.
- Necesita la aprobación del gerente o encargado de compras que tenga autorización del gerente o dueño para realizar esta función.
- Es un documento de uso interno para controlar las compras de materiales.

Tipos de requisición

- Estándar: Para obtener suministros y materiales de los proveedores, tanto para los procesos productivos como artículos consumibles de oficina y otros activos.
- Subcontratación. Para suministrarle materia prima a un proveedor, y así luego obtener un producto terminado.







Con base en el estudio realizado, pudimos determinar que un manual persigue la eficiencia y eficacia para poder realizar con objetividad las operaciones administrativas requeridas y sirve para explicar las normas más generales o específicas (según sean las necesidades de la organización) contando con un lenguaje que pueda ser entendido por el personal que lo necesite.

De esta forma se determinó, que la solución a la problemática establecida era tener al alcance del personal a cargo de la elaboración de requisiciones de compra y órdenes, un manual de operaciones para realizar las operaciones con un orden establecido, estableciendo lineamientos y objetivos durante las operaciones y de esta forma reducir el margen de error que se observó y determinó durante el análisis.

Para concluir, la implementación de los manuales y de su uso estricto ayuda al mejoramiento de las distintas áreas operativas de la empresa, influyendo en gran medida el desempeño en los trabajadores, creando una retroalimentación que los orienta y les permite crear y conocer mejores formas de realizar sus actividades diarias.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en las ventajas y desventajas del uso de los manuales de procedimientos operativos dentro de los diferentes tipos de empresa u organizaciones.

### Referencias

#### Libros

- Carrasco, J. B. (2001). Gestión de Procesos. Santiago, Chile, Ed. Evolución S. A.  
Diamond, Susan, Z., (1983). Como preparar manuales administrativos. México: Interamericana. pp.2, 3.  
Gómez Francisco (1993). Sistema y Procedimiento Administrativo, Caracas: Editorial Fragar.  
ISO 9001:2015 (web oficial en español)  
Melinkoff Ramón (1990), Los Procesos Administrativos, Caracas: Editorial Panapo, (1ra. Edición)  
Múnera Torres, María Teresa, (2002). Gestión del conocimiento en la empresa: terminología y documentación elementos importantes para su medición. Revista Interamericana de Bibliotecología, Vol. 25, No. 1. Disponible en:

#### Páginas web

- [http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/est\\_sis/12.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/est_sis/12.pdf) consultado el 22/05/2020 10:30 hrs  
<https://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/7098/3/657.458-M722m-Capitulo%20II.pdf> consultado 11/04/2302 22:40  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n3/rus38317.pdf> consultado 20/04/2020 16:25  
<https://www.clasificacionde.org/tipos-de-manuales/> consultado 18/05/2020 9:10  
<https://www.gestiopolis.com/los-manuales-administrativos-como-herramienta-clave/> consultado 04/05/2020 13:15  
<http://uploadmon.blogspot.com/2007/03/manuales-administrativos.html> consultado 11/06/2020 17:14  
<https://www.lifeder.com/requisicion-compra/> consultado 22/05/2020 14:10  
<https://www.ejemplos.co/orden-de-compra/> Consultado 25/06/2020 19:20  
<https://www.ejemplos.co/orden-de-compra/> consultado 27/05/2020 16:25  
<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/RIB/article/viewFile/7992/7488>

### Notas Biográficas

**Dr. Arnulfo Lara Menéndez** es profesor de la Universidad Veracruzana en el Programa Educativo de Administración del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana Región Orizaba-Córdoba, Maestro en Gestión de la Calidad y Licenciado en Administración de Empresas, Doctor en Ciencias en el Área de la Alta Dirección. [arnulara@uv.mx](mailto:arnulara@uv.mx)

**Mtra. Nuria Fernández Hernández** es profesora de la Universidad Veracruzana en el Programa Educativo de Administración del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana Región Orizaba-Córdoba. [nufernandez@uv.mx](mailto:nufernandez@uv.mx)

**C. Brenda Olivia Limón Vásquez** es alumna del Programa Educativo de Administración del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana Región Orizaba-Córdoba.

**C. Mayra María Zurita Villatoro** es alumna del Programa Educativo de Administración del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana Región Orizaba-Córdoba.

### Apéndice

Figura 1 Formato de requisición de compra

Figura 2 Formato de cotización de precios

Figura 3 Formato de orden de compra

# La educación superior virtual en época de pandemia en Veracruz

Dr. Carlos Enrique Levet Rivera<sup>1</sup>, Mtra. María Esther Carmona Guzmán<sup>2</sup>, Mtra. María del Pilar Enríquez Gómez,<sup>3</sup>  
Dr. Rosendo Orduña Hernández<sup>4</sup>, Mtro. Arturo López Saldiña<sup>5</sup>, C. Iván Ramón Rivera Rocha<sup>6</sup>

**Resumen**— El estado de Veracruz presenta un panorama contradictorio, es la cuarta Entidad Federativa que más recursos económicos recibe por concepto de participaciones federales, a la vez cuenta con un gran número de universidades privadas, sin embargo, es el estado que cuenta con el mayor índice de analfabetismo y deserción escolar motivado por la gran brecha entre los que viven en la zona urbana y de los que se encuentran en zona rural con carencia de servicios básicos fundamentalmente como el internet, la pandemia de Covid-19 tomó por sorpresa a todos los relacionados en el ámbito educativo, tanto docentes como alumnos, ya que no contaban con una infraestructura tecnológica adecuada, a diferencia de la problemática presentada la Universidad Veracruzana cuenta con una plataforma institucional denominada Eminus para atender a los estudiantes en la distancia, a través de este trabajo se busca compartir las experiencias para atender a los estudiantes y profesores en el uso de la tecnología que se ve como una obligatoriedad en estos tiempos

**Palabras clave**— Eminus, pandemia, educación a distancia, virtual.

## Introducción

En este trabajo se presenta un panorama general del estado de Veracruz, sus riquezas y pobreza que se ven reflejadas en los aspectos más contradictorios, porque a pesar de recibir un importante monto de recursos financieros por concepto de participaciones federales, además de ser el cuarto estado más poblado del país y contar con un gran número de universidades privadas, además de la Universidad Veracruzana que la cual goza de autonomía, Veracruz presenta un alto índice de analfabetismo y deserción escolar que se ve agudizada con la problemática de la pandemia de Covid-19, ya que la mayoría de los centros educativos estaban acostumbrados a las clases presenciales y no contaban con una plataforma educativa para atender la educación a distancia de manera virtual. Privilegiadamente la Universidad Veracruzana cuenta con la plataforma Eminus en la que se venía atendiendo a los estudiantes mediante videoconferencias, chat, correos electrónicos, evaluaciones, tareas, y demás actividades, que ahora ofrecen algunas plataformas comerciales. Nos proponemos ofrecer la experiencia para fortalecer y enriquecer el trabajo educativo mediante el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para crear nuevos paradigmas educativos.

## Descripción del método

El estado de Veracruz geográficamente tiene una superficie de 71,820 km<sup>2</sup>, y actualmente es considerada la tercer entidad federativa más poblada del país con 8'112,505 habitantes de los cuales el 61% se encuentra en la zona urbana y el 39% en la rural, esto conforme al censo de INEGI de 2015; de acuerdo a esa información censal, se ubica como el cuarto Estado con la mayor población juvenil con edades entre los 15 y 19 años de edad, ya que cuenta con 759,388 jóvenes; ésta es la edad promedio en que deben ingresar a realizar estudios de nivel universitario. (Cuentame, 2020)

Además de la anterior nota demográfica, dicho estado se ubica como la cuarta entidad federativa que más recursos financieros recibe por concepto de participaciones federales provenientes del Ramo 028 del presupuesto federal. (Secretaría de Gobernación, 2020)

De conformidad con información de la Secretaría de Educación de Veracruz, dicho Estado cuenta con 178 universidades públicas y privadas en todo el territorio, con una población de 235,693 estudiantes y 19,059 docentes,

---

<sup>1</sup> El Dr. Carlos Enrique Levet Rivera es Profesor de Tiempo completo Académico del Sistema de Enseñanza Abierta Región Veracruz de la Universidad Veracruzana, así como titular de la notaría número 52 del estado de Veracruz. [clevet@uv.mx](mailto:clevet@uv.mx)  
(autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Mtra. María Esther Carmona Guzmán es Profesor y Coordinadora Académica Regional del Sistema de Enseñanza Abierta Región Veracruz de la Universidad Veracruzana [marcarmona@uv.mx](mailto:marcarmona@uv.mx)

<sup>3</sup> La Mtra. María del Pilar Enríquez Gómez es Profesor tiempo completo del Sistema de Enseñanza Abierta Región Veracruz, así como Coordinadora Regional de Tutorías de la Universidad Veracruzana, Contadora pública certificada así como miembro del Colegio de Contadores públicos de Veracruz [penriquez@uv.mx](mailto:penriquez@uv.mx)

Dr. Rosendo Orduña Hernández es Profesor de Tiempo completo Académico de la Facultad de Contaduría Región Veracruz de la Universidad Veracruzana [roorduna@uv.mx](mailto:roorduna@uv.mx)

<sup>5</sup> El Mtro. Arturo López Saldiña es Profesor Técnico Académico de la de la Facultad de Contaduría Región Veracruz de la Universidad Veracruzana [artulopez@uv.mx](mailto:artulopez@uv.mx)

<sup>6</sup> El C. Iván Ramón Rivera Rocha es estudiante en la Licenciatura de Contaduría del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad veracruzana [zs19008807@estudiantes.uv.mx](mailto:zs19008807@estudiantes.uv.mx).

siendo de las que cuenta con el mayor número de centros universitarios después de la Ciudad de México y el Estado de México. (Veracruz Gobierno del Estado, 2020)

A pesar de lo anterior, Veracruz cuenta a nivel nacional, con el mayor porcentaje de población analfabeta en edades de 15 años o más lo que lo ubica por encima de los reportados por los estados de Oaxaca, Guerrero y Chiapas, además, presenta el grado promedio de escolaridad por entidad federativa más bajo del país, del 8.2, siendo que el promedio nacional es del 9.2, del promedio de escolaridad por entidades federativas de acuerdo con el censo 2015 de INEGI. (INEGI, 2020)

Ese es el panorama tan paradójico que se presenta en Veracruz, veremos ahora como nos ha tratado la pandemia.

A finales del mes de diciembre de 2019, el gobierno de la República Popular de China anunciaba que en la población de Wuhan se había detectado un virus de la familia *Coronaviridae* que generaba una neumonía atípica, emparentado con el síndrome respiratorio agudo severo conocido como SARS. Este virus es altamente contagioso y genera la muerte en muchas personas por problemas respiratorios. (Organización Mundial de la Salud, 2019) El contagio fue acelerado a tal grado que a mediados de marzo de 2020, el gobierno mexicano a través de la Secretaría de Educación de Veracruz (SEV) ordenó la suspensión inmediata de clases presenciales y el confinamiento en sus domicilios la mayoría de las personas para evitar el contagio de la enfermedad. (Veracruz Gobierno del Estado, 2020)

Esta medida generó el principal problema en los estudiantes de todos los niveles educativos, ya que la mayor parte de las clases del sistema educativo en Veracruz son en forma presencial. Esto provocó un grave problema para los docentes y para los estudiantes quienes no estaban acostumbrados a utilizar los medios electrónicos para la enseñanza, mucho menos a través del esquema de video conferencias. Este panorama se vio más dramatizado en las universidades privadas ya que no contaban con una plataforma digital diseñada para atender a los estudiantes en forma remota. La Universidad Veracruzana contaba con una plataforma propia denominada EMINUS a través de la cual los profesores pueden encargar tareas o realizar actividades académicas, interactuar con los estudiantes por medio del correo electrónico institucional, realizar foros, subir videos, dar seguimiento a las actividades de los estudiantes, aplicar exámenes y hacer video conferencias, lo que no dejó de tener problemas técnicos al principio, pero debido a la contingencia el uso de esta Plataforma subió su porcentaje, por lo cual esos problemas se subsanaron.

El problema observado en las escuelas privadas, fuera de la Universidad Veracruzana, es que no contaban con una infraestructura ni los maestros estaban preparados para impartir educación a distancia. La primera interrogante que surgió a nivel universitario fue ¿qué plataforma se puede utilizar de manera eficiente que no implique un costo adicional y que sea amigable con los estudiantes? Al buscar en cualquier sitio de internet podemos encontrar que empresas como Microsoft cuentan con Skype, Google posee a Meet, Apple tiene diseñado FaceTime, Teléfonos de México diseñó una plataforma de Videoconferencias gratuitas, en forma libre están disponibles las siguientes plataformas: Zoom, Facebook, Cisco Webex, Tox, FreeConference, Viber, Whatsapp y Line. (MC, 2020)

Con estas y otras plataformas, el gran dilema es que tanto profesores como estudiantes no tenían la experiencia en el uso de estas tecnologías y las mismas no estaban diseñadas para garantizar la seguridad y privacidad, así como el número grande de participantes. Eso motivo que existieran y fueran difundidos en las redes sociales casos bochornosos para docentes y alumnos. Por otra parte, los profesores empezaron a improvisar presentaciones de sus clases en PowerPoint y no podían proyectarlas para sus alumnos porque no tenía la aplicación para visualizarlas en la pantalla y otras plataformas no contaban la posibilidad de conectarse por teléfono móvil. La problemática principal que se detectó es que muchos hogares no cuentan con acceso a Internet por el costo o porque se encuentran en zonas rurales, además de que los hogares solamente cuentan con una sola computadora y varios de los integrantes de la familia tenía que tomar clases en línea en los mismos horarios, lo que imposibilitaba la conexión y la saturación de la red.

Otro de los problemas o dilemas de los profesores universitarios ha sido que no pueden actuar como si fueran clases presenciales, por las razones de imposibilidad del estudiante de poder estar conectado en el horario normal de clases porque no tiene acceso a internet o porque solamente cuentan con una computadora en casa que es compartida con los demás hermanos que deben tomar clases también en línea.

Por otro lado, debido a la sobre ocupación de las plataformas en materia educativa la señal es débil y se salen constantemente de la sesión. Tanto para profesores como para estudiantes, esta nueva modalidad de enseñanza ha incrementado sus gastos en energía eléctrica e internet, además, de que han tenido que modificar sus hábitos de vida. Consideramos que el gobierno mexicano debe establecer una política de Estado, en la que se facilite el uso a bajo costo de la banda ancha de internet o que establezca conexión Wifi gratuita y segura para fines educativos en las zonas urbanas, pero con especial atención a las áreas rurales, para ello será necesario que el Congreso de la Unión

apruebe reformas a la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión para que sea favorecidos profesores y estudiantes en la conectividad al internet. Además de lo anterior, creemos que es necesario se establezca un modelo pedagógico accesible para profesores y estudiantes que permita aprovechar las tecnologías de la información y comunicación, sobre todo preparando a los docentes para utilizar la video llamada como una herramienta de enseñanza con mayor utilidad pero de breve tiempo en la pantalla, pero que pueda gravar la clase de manera que pueda ser consultada a cualquier hora el estudiante y que pueda visualizar el profesor que efectivamente está consultando el material subido a la red.

### Comentarios finales

Esta afectación, no ha sido solamente para estudiantes de Veracruz o del país, a nivel mundial, de acuerdo con informe de la UNESCO, durante el presente año resultaron afectados 1,198'530,172 estudiantes del nivel básico que representa un 68.5% del total de alumnos matriculados, lo que obligo a que cerraran las escuelas y no tuvieran clases presenciales. (UNESCO, 2020)

En Veracruz pudimos esta pandemia nos dejó como reflexión:

- Que no estábamos preparados totalmente para la docencia a distancia en forma virtual;
- Que no podemos continuar en forma similar a las clases presenciales;
- Que debemos prepararnos para pedagógicamente para atender a los estudiantes en forma eficaz y eficiente, sin perder la calidad en la enseñanza;
- Que debemos diversificar las clases sin que necesariamente este el profesor en línea en tiempo real, sino que además pueda gravar su exposición y dejarla a disposición de los alumnos en línea, dejando tarea, pero sin que sea exagerada la carga y subiendo videos de reforzamiento;

Debemos aprovechar las experiencias generadas por Universidades Públicas líderes en los modelos de enseñanza a distancia como son la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Veracruzana, entre otros prestigiados centros de estudios. (UNAM, 2020)

En este momento los profesores y los estudiantes deberán aprender a ser pacientes y tolerante con los cambios tecnológicos que se suscitaron por la pandemia. De tal forma que se deberán aprovechar los recursos con los se cuenta actualmente.

### Bibliografía

- Cuentame*. (03 de julio de 2020). Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/ver/poblacion/distribucion.aspx?tema=me&e=30>
- INEGI*. (2020). Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/datos/>
- MC*. (23 de abril de 2020). Obtenido de <https://www.muycomputer.com/2020/04/23/aplicaciones-de-videoconferencia/>
- Organización Mundial de la Salud*. (diciembre de 2019). Obtenido de : <https://www.who.int/es/news-room/detail/29-06-2020-covidtimeline>
- Secretaría de Gobernación*. (28 de abril de 2020). Obtenido de [http://dof.gob.mx/indicadores\\_detalle.php?cod\\_tipo\\_indicador=158&dfecha=28%2F04%2F2020&hfecha=28%2F04%2F2020](http://dof.gob.mx/indicadores_detalle.php?cod_tipo_indicador=158&dfecha=28%2F04%2F2020&hfecha=28%2F04%2F2020)
- UNAM*. (09 de julio de 2020). Obtenido de [https://www.codeic.unam.mx/index.php/contingencia\\_cursos/](https://www.codeic.unam.mx/index.php/contingencia_cursos/)
- UNESCO*. (08 de julio de 2020). Obtenido de <https://es.unesco.org/covid19/educationresponse>
- UNESCO*. (junio de 2020). <https://es.unesco.org/covid19/globaleducationcoalition>. Obtenido de <https://es.unesco.org/covid19/globaleducationcoalition>
- Veracruz Gobierno del Estado*. (04 de julio de 2020). Obtenido de <https://www.sev.gob.mx/v1/servicios/anuario-estadistico/consulta/>

# DE TRANSICIÓN NUTRICIONAL A LA RETRANSICIÓN ALIMENTARIA

LN. Abel Leyva Islas<sup>1</sup>

**Resumen—** Todos los procesos de todo tipo requieren de evaluaciones diagnósticas, sobre todo en momentos donde existen estancamientos perdurables de la ineficacia y la disfuncionalidad en los resultados, producto de procedimientos y procesos deficitarios desde el sentido del proyecto o el desorden de metas, así sean biológicos, industriales, personales, organizacionales, políticos, financieros, públicos, privados o sociales, la mirada evaluativa reconoce que siempre estamos sometidos a procesos de cambio que muchas veces no son ni para renovar y ni para mejorar, hasta que emergen los resultados como tragedia individual y colectiva. Con ello, los resultados que buscamos comunicarle en éste documento, refiere diagnóstico científico conceptual donde expondremos específicamente, una nueva agenda consistente en colocar la necesaria transición alimentaria-nutricional, un concepto que recupera y traduce los esfuerzos de las diversas estrategias existentes con sentido nutricional y, siempre partiendo del sentimiento de pertenencia de la dieta y cultura mexicana, mediante el modelo clínico-comunitario, intercediendo por la atención del colectivo o comunitario hacia el ser individual y viceversa, precisamente para contribuir en el combate contra las consecuencias de la dieta mexicana globalizada que, actualmente tales efectos son normalizados ante la vista humana. Es un conjunto de estrategias de políticas públicas en materia de salud-alimentación.

**Palabras clave—**Transición, dieta, nutrición, sostenibilidad, política pública.

## Introducción

Los datos generados por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2016 y la misma del año 2018, nos muestran que en México 7 de cada 10 personas viven con sobrepeso u obesidad, esta tendencia va al alza y la preocupación se agrava cuando detectamos más caras del prisma con sus problemáticas precisas en sus diversos campos que, a simple vista pareciera que poco tienen que ver con dimensiones biológicas. A estos padecimientos se suman factores como la pobreza, la desinformación, desempleo y la falta de iniciativa de solucionar estas cifras por los tomadores de decisiones y, según ENSANUT 2016 de medio camino, el 50% de las personas que no consumen alimentos saludables lo hacen por falta de dinero, 38.4% por falta de conocimiento para prepararlos y 34.4% por falta de tiempo. Dicho de otra forma, no se ha desarrollado una estrategia clara y cohesionada por parte de las autoridades correspondientes, por tanto y más datos que se abordan en éste trabajo, es que a través de éste documento, se propone la *retransición alimentaria* como un punto de partida del marco de políticas públicas, precisamente con particularidades biológicas y sociales que generen una propuesta de solución a tales problemáticas relacionadas principalmente con factores sociales, políticos y económicos.

## Descripción del Método

Se desarrollaron análisis de conceptualización que articulan aspectos heterogéneos comunitarios con clínicos, basados en estrategias de las ciencias nutricionales y sociales en materia de política pública, que proyectan la vinculación entre los objetivos marcados por la agenda de política pública internacional con la nacional y local. El método es ajustado a las necesidades y características de la comunidad yaqui de Potam: alimentarias, nutricionales, sociales, económicas y políticas.

## Conclusiones

La retransición alimentaria es una propuesta relacionada a las transiciones nutricionales que han ocurrido de forma orgánica en otras etapas del tiempo, pero a diferencia de las anteriores, ésta tiene una particularidad retrospectiva en materia de cultural, es inducida y prospectiva en un contexto de política pública, para hacer frente a los efectos

---

<sup>1</sup> Abel Leyva Islas, es maestrante de Gestión de Salud Institucional del Instituto Sonorense de Administración Pública (ISAP), Hermosillo, Sonora. [Abel-335@hotmail.com](mailto:Abel-335@hotmail.com) (autor corresponsal)

nutricionales y alimentarios negativos, causados por la globalización desacelerada en territorios en condiciones de vulnerabilidad que aún no logran alcanzar la modernidad.

### **Referencias bibliográficas**

Comisión Económica Para América Latina y El Caribe, Agencia Española De Cooperación Internacional, Secretaría General Iberoamericana. (2017). Cohesión social: inclusión y sentido de pertenencia en América Latina y El Caribe. Chile.

Mercedes López de Blanco y Andrés Carmona. (2005). La transición alimentaria y nutricional: Un reto en el siglo XXI. Caracas, Venezuela: SciELO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Panamericana de la Salud. (2017). Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional: sistemas alimentarios sostenibles para poner fin al hambre y la malnutrición. (2016). Santiago. ([www.fao.org/publications/es](http://www.fao.org/publications/es)).

Comisión Económica Para América Latina y El Caribe, Agencia Española De Cooperación Internacional, Secretaría General Iberoamericana. (2017). Cohesión social: inclusión y sentido de pertenencia en América Latina y El Caribe. Chile.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). CARACTERÍSTICAS DE LAS DEFUNCIONES REGISTRADAS EN MÉXICO DURANTE 2018. México. COMUNICADO DE PRENSA NÚM.538/19.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Gobierno del Estado de Sonora. (2017). Anuario Estadístico y Geográfico de Sonora 2017. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Instituto Nacional de Salud Pública, Secretaría de Salud. (2018). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Instituto Nacional de Salud Pública, Secretaría de Salud. (2016). Encuesta Nacional de Salud y Geografía de Medio Camino 2016. México.

Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente, Federación de Industria. (2009). Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) Acercamiento a su problemática como riesgo laboral. Madrid, España: UGT Comisión ejecutiva confederal.

Organización Mundial de la Salud. (2015). Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. Estados Unidos de América.

José Joaquín García Gómez, Eva María Trescastro López. (2017). Transición nutricional, bienestar y salud: el caso de una ciudad industrial, Alcoy (1852-1928). Granada, España: SciELO.

Zygmunt Bauman. (2009). Comunidad En busca de seguridad en un mundo hostil. España: Siglo XXI de España Editores.

Ignacio Lewkowicz. (2004). Pensar Sin Estado: La subjetividad en la era de la fluidez. Buenos Aires, Argentina: Editorial Paidós SAICF.

Robert Castel. (2007). La discriminación negativa ¿ciudadanos o indígenas?. Barcelona: hacer

Teresa Rojas Rangel. (2019). Ocupación laboral de niñas y niños agrícolas asentados y migrantes en Sonora. Universidad pedagógica Nacional.

# La innovación social una estrategia para medir las capacidades territoriales: Resultados desde un análisis bibliométrico

Ms. Diana María Lopera Montoya<sup>1</sup>, (C) Ms. Jazmín Andrea Gallego Castaño<sup>2</sup>,  
Ms. Claudia Milena Arias Arciniegas<sup>3</sup>; Ms. Carlos Mario Correa Cadavid<sup>4</sup> y Ms. Liliana Patricia Restrepo Medina<sup>5</sup>

**Resumen**— La innovación social se concibe actualmente como una nueva forma de producir conocimiento desde las dinámicas y realidades territoriales, es decir, como una estrategia de responder a las necesidades sociales de los entornos en la perspectiva de transformar sus problemáticas en oportunidades. En este sentido, se ha observado que la utilización de mecanismos de participación ciudadana y el trabajo colaborativo se convierten en una valiosa herramienta para medir las capacidades territoriales en el marco de la innovación social como un mecanismo que favorece la construcción de ciudadanía y la política pública. Dada esta necesidad, el propósito de esta ponencia es identificar las formas que se gestan en las comunidades para la medición de las capacidades territoriales a partir de un análisis bibliométrico. Para el procesamiento de la información y el análisis de los datos se consolidó en dos herramientas, una de estas Excel 2016 y la otra en el software VOSviewer (*visualizing bibliometric networks, Leiden University*). Entre los resultados, se indica que estas capacidades pueden estar mediadas por las prácticas sociales, el empoderamiento colectivo de los actores para co-crear alternativas de solución, así como una adaptación al desarrollo local.

**Palabras clave**—Innovación social; Capacidades territoriales; Análisis bibliométrico; Participación ciudadana, Trabajo colaborativo

## Introducción

En la perspectiva actual la innovación social (IS) se plantea como esa alternativa gestada desde las comunidades como una opción novedosa, escalable, replicable que busca la generación de cambios en la dinámica de los mecanismos de participación ciudadana, así como las nuevas formas en que los actores sociales aportan a la comprensión de sus necesidades locales, es decir, que desde sus propias realidades ellos se conviertan en protagonistas que posibiliten construir alternativas de solución a sus problemas, propios de un territorio con sus particularidades y capacidades.

Bajo este contexto, es que la IS ha generado en los últimos tiempos nuevas formas de organización, así como de prácticas sociales que lleven a la contribución del mejoramiento de las necesidades colectivas. En este punto se resalta que autores como Cloutier, (2003) plantea que uno de los propósitos de la IS debía estar en el marco de la resolución de un problema social y desde allí responder a las aspiraciones sociales de los actores que confluyen en los territorios. Bajo esta premisa, es que De la Maza (2003) considera que la relaciones que puedan existir entre la IS y las capacidades territoriales implica necesariamente que la primera sea comprendida con dimensiones tangibles e intangibles, es decir, en palabras de Jardon; Gierhake (2016) citando a Acampora y Fonte (2007) este proceso solo puede ser posible desde “el conocimiento local, formado por los activos intangibles en el ámbito de un territorio que es fuente de desarrollo” (p 68) y para la segunda debe ser analizada desde un modelo de desarrollo local, cuya densidad y carácter innovador favorezcan los procesos de crecimiento y cambio (Vásquez y Rodríguez 2015).

Esto lo que podría significar es que es posible y probable que la IS sea concebida como una manera de comprender las capacidades territoriales que se establecen, crean y maduran, siendo soportadas bajo el concepto de desarrollo local, es decir, que el territorio, sus particularidades, dinámicas y problemas no puede ser analizado como un espacio físico, sino como aquello que surge de una construcción social. En este mismo orden de ideas, es que la IS tiene “repercusiones territoriales, dado que tanto su nacimiento como su desarrollo se apoya en los recursos territoriales. Dentro de un territorio, todas las innovaciones muestran un proceso dinámico de difusión” (Jardon & Gierhake, 2017. p69)

Ahora bien, es de resaltar que la IS se ha convertido para los actores sociales en esa nueva forma de producir

<sup>1</sup>Ms. Diana María Lopera Montoya. Profesora de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia – Colmayor – Medellín. Colombia. [diana.lopera@colmayor.edu.co](mailto:diana.lopera@colmayor.edu.co)

<sup>2</sup>(C) Ms. Jazmín Andrea Gallego Castaño. Profesora de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia – Colmayor – Medellín. Colombia. [jazmin.gallego@colmayor.edu.co](mailto:jazmin.gallego@colmayor.edu.co)

<sup>3</sup>Ms. Claudia Milena Arias Arciniegas. Profesora de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia – Colmayor – Medellín. Colombia. [claudia.arias@colmayor.edu.co](mailto:claudia.arias@colmayor.edu.co)

<sup>4</sup>Ms. Carlos Mario Correa Cadavid. Decano Facultad de Ciencias Sociales. Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia – Colmayor – Medellín. Colombia. [dec.cienciasociales@colmayor.edu.co](mailto:dec.cienciasociales@colmayor.edu.co)

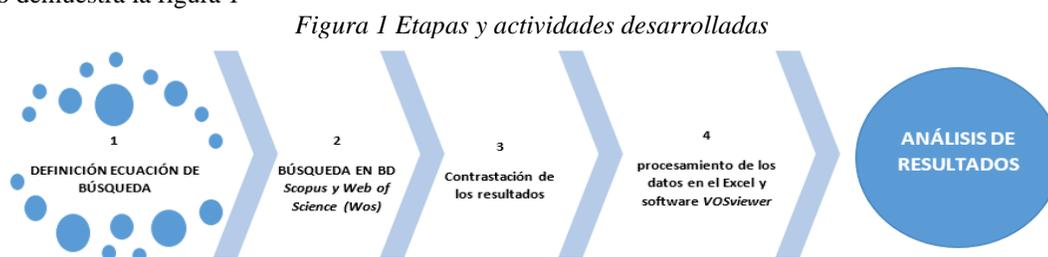
<sup>5</sup>Ms. Liliana Patricia Restrepo Medina. Profesora del Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM – Medellín. Colombia. [lilianarestrepo@itm.edu.co](mailto:lilianarestrepo@itm.edu.co) (autor corresponsal)

conocimiento local, ciudadano y cotidiano que ha llevado a un empoderamiento de prácticas ciudadanas que se han modificado desde la mismas capacidades territoriales y locales, en este sentido, es que acciones colectivas, tales como el trabajo colaborativo y en red, han primado en esta necesidad de ir buscando transformaciones en los entornos a partir de la identificación colectiva de problemas sociales que lleven al desarrollo de soluciones más efectivas que se adapten a las particularidades del territorio, es en este proceso que se potencia el desarrollo de capacidades territoriales desde el favorecimiento de la construcción de ciudadanía, el empoderamiento colectivo de los actores para co-crear alternativas de solución, así como una adaptación al desarrollo local.

En fin, con la revisión de la literatura se puede evidenciar que la IS no solo es una respuesta a las necesidades sociales que agregan valor a las ya existentes, sino que esta puede enfocarse en la elaboración, planificación de estrategias que aporten de manera colaborativa a la construcción del tejido social. Con todo esto, se busca demostrar que, si bien algunas iniciativas de IS se generan con la participación activa de la comunidad, también se ha convertido en un proceso organizado para potenciar capacidades territoriales, las cuales permitirán que estas iniciativas puedan ser escalables, replicables y sostenibles.

### Descripción del Método

Esta investigación indagó a través de la literatura como la innovación social se está convirtiendo en una estrategia de medición de capacidades territoriales, para el logro de este propósito se utilizó como metodología algunos componentes relacionados a la bibliometría desde sus indicadores de cantidad y calidad, los cuales se enmarcan en los escenarios de análisis cuantitativos y cualitativos. Para esto se seleccionó la base de datos *Scopus* y *Web of Science* (*Wos*) toda vez que estas ofrecen acceso a distintas bases de datos interdisciplinarias, proporciona herramientas para gestionar la información y cumplen con criterios como cantidad de citaciones y la accesibilidad (Hall, 2011). Los análisis bibliométricos de la producción científica son pertinentes para poder valorar el estado actual de la investigación, así como las contribuciones de los investigadores en el campo del conocimiento objeto de este estudio (Corrales, Fornaris; Reyes, 2017). Ahora bien, para alcanzar el propósito trazado se proyectaron unas etapas claves, tal como lo demuestra la figura 1



*Etapa 1 Definición ecuación de búsqueda:* Esta se definió teniendo como criterios de búsqueda los términos correspondientes a innovación social y capacidades territoriales (*social-innovation- territorial-capacities*); con una restricción de tiempo equivalente al periodo 2009 – 2019, estas decisiones fueron tomadas con el propósito de robustecer la ecuación y obtener un horizonte más amplio de los registros publicados relacionado con la temática. Con base en lo anterior, la ecuación de búsqueda aplicada fue:

*Figura 2 Ecuación de búsqueda*

(TITLE-ABS-KEY (social AND innovation) AND TITLE-ABS-KEY (territorial AND capacities)) AND PUBYEAR > 2008 AND PUBYEAR < 2020

*Etapa 2 Búsqueda en las bases de datos (BD) Scopus y Web of Science (Wos):* La búsqueda generó en *Scopus* un total de 50 documentos, en *WoS* se encontraron 48, para un total inicial de 98 trabajos, al realizar un filtro de los datos se encontró que las dos búsquedas tenían en común 20 documentos, quedando finalmente una base de datos de 78 documentos.

*Etapa 3 Contrastación de los resultados:* Después de contrastar que los resultados arrojados hicieran alusión a la temática de estudio, se realizaron los cálculos relacionados con los indicadores bibliométricos a abordarse, lo que permitió que variables cualitativas puedan ser medidas y analizadas desde componentes cuantitativos. De acuerdo a Pinto & Fernandes, (2015) expresa que los principales indicadores bibliométricos se deben enmarcar en: indicadores de cantidad, que miden la productividad, los indicadores de calidad, miden el impacto y los indicadores de colaboración miden la conectividad entre autores. Los resultados de estos indicadores, permitirán realizar el análisis de tendencias y temas emergentes.

**Etapa 4 Procesamiento de los datos en el Software VOSviewer:** Al descargar los resultados encontrados se utilizó para el análisis de los datos dos herramientas, el primero fue Excel 2016 que permitió organizar la base de datos, luego se procesó en el software VOSviewer (*visualizing bibliometric networks, Leiden University*) para los mapas de redes de palabras claves generando análisis cualitativos y cuantitativos de la información.

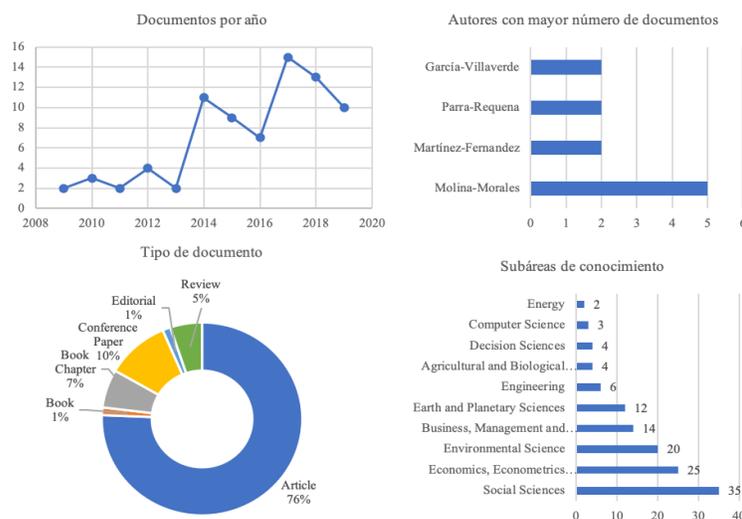
### Comentarios Finales

Los hallazgos de la búsqueda arrojaron 78 registros diferentes. Teniendo en cuenta estos resultados se realizaron algunos cálculos de los indicadores bibliométricos, que fueron el insumo clave para las interpretaciones y discusiones en cuanto al tema objeto (Durieux & Gevenois, 2010). Ahora bien, en primer lugar, se presenta la producción científica sobre el tema de interés, lo cual en un segundo momento llevará a indagar entre los puntos de encuentro entre los dos términos, para así finalmente identificar aquellos elementos facilitadores de la innovación social para la medición de capacidades territoriales, como resultados y comentarios finales de la investigación

### Resumen de resultados y discusión

Los indicadores de cantidad presentan la productividad científica en el campo estudiado (Durieux & Gevenois, 2010), que se visualiza en la figura 3, la cual permite observar que se han presentado incrementos en el número de documentos a partir del año 2014, siendo la mayor producción en el año 2017 con 15 publicaciones. El 76% del total de los trabajos corresponden a artículos con un número de 59 documentos, seguidos de un 10% que corresponde a conferencias con 8 trabajos. Los autores con mayor número de trabajos son Molina-Morales con 5 documentos, seguido de Martínez-Fernández, Parra- Requena y García-Villaverde, con 2 documentos cada uno, aquí es importante mencionar que entre estos autores poseen publicaciones en coautoría. Con respecto a las áreas de conocimiento en las cuáles se encuentra distribuida la producción, se observa que sobresalen tres áreas en primer lugar las ciencias sociales con 35 documentos, seguida de economía con 25 y ciencias ambientales con 20 trabajos

Figura 3 Producción científica en el periodo 2009 - 2019



Fuente: Elaboración de los autores a partir de la información descargada de Scopus y WoS

Lo anterior lo que podría significar es que en diversos entornos ya se ha gestado una necesidad clara de abordar la IS como un elemento que permite comprender la realidad, desde iniciativas locales que lleven a la comprensión de los problemas, pero sobretodo lo más atractivo son las soluciones que allí se puedan plantear en términos de participación, de trabajo colaborativo, en redes y lo más trascendental es la generación de capacidades instaladas que impactan el territorio.

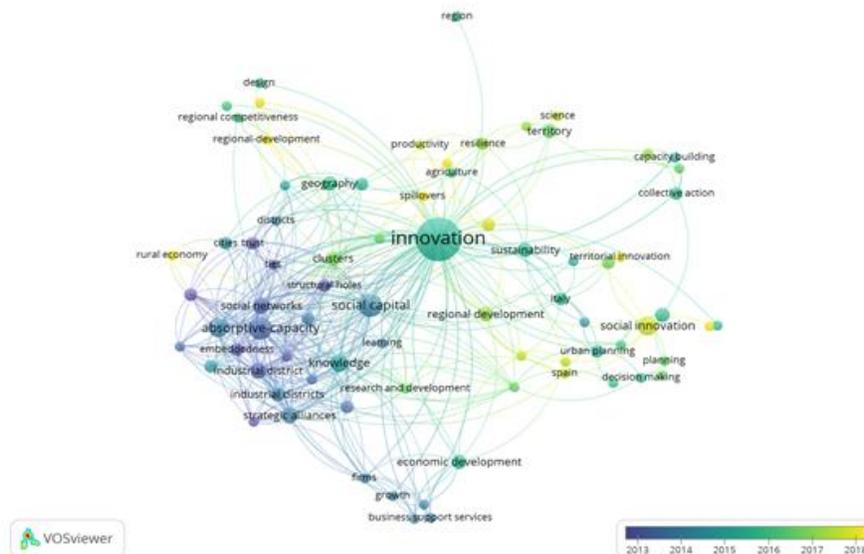
Los indicadores de calidad, permiten analizar el impacto de la producción científica en un campo, para lo cual toma importancia las citas de las publicaciones. Dentro de los trabajos citados se encuentra en un primer lugar los autores Molina-Morales y Martínez-Fernández, en el año 2009, titulado “Too much love in the neighborhood can hurt: how an excess of intensity and trust in relationships may produce negative effects on firms”, con 162 citas, le sigue el artículo Regional Social Capital: Why it Matters, con 114 citas, publicado por el autor Malecki en el año 2012 y en el tercer lugar se encuentra el artículo The Mediating Effect of Cognitive Social Capital on Knowledge Acquisition in Clustered Firms de los autores Parra-Requena, Molina-Morales & García-Villaverde, publicado en el



Por último, con la figura 5 se realiza un *análisis de la evolución de las temáticas*, a partir de las palabras claves y su uso en el tiempo. Lo anterior muestra el interés que han tenido las investigaciones con respecto a la IS y su aporte al desarrollo de capacidades territoriales y los términos específicos en los cuales han basado su vinculación. En el gráfico se identifican que las temáticas han evolucionado alrededor del desarrollo del término innovación, entre el año 2009 y el 2015 adicionalmente que las temáticas han abordado la innovación en el ámbito económico y su importancia para el desarrollo regional el cual debe ser sostenible, evidenciándose la necesidad de promover una mayor capacidad de absorción en los territorios, jugando un papel importante el fomento de la acción colectiva y coordinada de la comunidad, los gobiernos locales, sus inversiones en sistemas socioeconómicos territoriales, para la generación de transformaciones sostenibles.

Entre los años 2015 y 2019, es posible identificar que la IS se encuentra vinculada al fortalecimiento de capacidades como la participación-acción, la cooperación, la solidaridad, la resiliencia, la colaboración, el intercambio de conocimiento para la generación de soluciones innovadoras territoriales, permitiendo la generación de capital social de una manera abierta y bajo unas características particulares que son propias de los actores que dinamizan un territorio en particular. Se observa la importancia del estudio de redes por la forma en que los actores se relacionan y desarrollan nuevas maneras de organizarse y sumar para dar respuesta a las necesidades del territorio.

Figura 5 Red de palabras claves por año



Fuente: Elaboración de los autores a partir de la información descargada de Scopus y WoS

### Conclusiones

Se evidencia que las comunidades han buscado diversas formas de mejorar sus realidades, y es precisamente en este punto donde la IS se convierte en un elemento sustancial para potenciar acciones que gesten en el desarrollo local y las capacidades territoriales en el marco de las nuevas dinámicas comunitarias y las prácticas sociales que se modifican a partir del empoderamiento colectivo, el trabajo colectivo y en red así como una excusa para detonar conocimiento desde la práctica y la cotidianidad.

Se evidencia que el tema es relevante para las organizaciones sociales, pues la IS y la capacidad territorial generan una ventaja competitiva en el marco de los desarrollos locales en la perspectiva de dinamizar sus propias realidades y soluciones.

Las capacidades pueden estar mediadas por las prácticas sociales, el empoderamiento colectivo de los actores para co-crear alternativas de solución, así como una adaptación al desarrollo local.

Los mapas de redes son una fotografía que evidencian la representación de la estructura cognitiva y semántica del campo que nos ocupa, centrando su atención en los contenidos de los propios documentos. A través de este análisis se captaron las tendencias actuales y los temas emergentes relacionados con la IS y las capacidades territoriales, las cuales se observa en la búsqueda realizada que estas se miden en función de las capacidades de su población, las institucionales y las características del territorio.

### Recomendaciones

Los investigadores sugieren que se siga abordando los procesos que se vienen gestando en el marco de la IS como un escenario propicio de acción y participación, es decir, donde se comprenda las maneras diferentes que se vienen desarrollando en los territorios en el marco de reconstruir la sociedad y sus problemáticas. Lo anterior, teniendo presente que, dentro de la revisión realizada, fue posible identificar aquellos elementos que pueden ser tenidos en cuenta para la medición de capacidades territoriales, mas no instrumentos o herramientas para dicho proceso, será entonces profundizar en el estudio de este tipo de mecanismos.

La mirada de lo territorial desde la innovación social, resulta ser una temática que continúa siendo de interés para futuras investigaciones, relacionadas con la gestión del conocimiento, el liderazgo, pero desde lo colectivo y su relación con los procesos de planeación territorial.

### Referencias

- Hall, M. (2011). Publish and perish? Bibliometric analysis, journal ranking and the assessment of research quality in tourism. *Tourism Management*, 32(1), 16–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.07.001>
- Corrales, I., Fornaris, Y., & Reyes, J. (2017). Análisis bibliométrico de la revista investigación en educación médica. Periodo 2012-2016. *Investigación En Educación Médica*, 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.riem.2017.02.003>
- Etxeberri, J.M. y J.A. Blanco Gorrichóa. "Un método óptimo para la extracción de proteínas del mero en Bilbao," *Revista Castellana (en línea)*, Vol. 2, No. 12, 2003, consultada por Internet el 01 de agosto del 2020. Dirección de internet: <http://revistacastellana.com.es>.
- Puebla Romero, T., C. Dominguini y T. T. Micrognelli. "Situaciones inesperadas por el uso de las ecuaciones libres en la industria cocotera," Congreso Anual de Ingeniería Mecánica, Instituto Tecnológico y Científico Gatuno, 17 de Abril de 2005.
- Washington, W. y F. Frank. "Six things you can do with a bad simulation model," *Transactions of ESMA*, Vol. 15, No. 30, 2007.
- Wiley J. y K. Miura Cabrera. "The use of the XZY method in the Atlanta Hospital System," *Interfaces*, Vol. 5, No. 3, 2003.
- Pinto, M., & Fernandes, S. (2015). Bibliometrics and Scientometrics. *Qualitative and Quantitative Methods in Libraries (QQML)*, 161–169
- Eck, N., & Waltman, L. (2016). VOSviewer Manual. Universiteit Leiden; CWTS.
- Cloutier, J. (2003). Qu'est-ce que l'innovation sociale?, Cuadernos del CRISES, col. «Working Papers » No 0314. UQAM, Montreal. ([www.crisis.uqam.ca](http://www.crisis.uqam.ca))
- De la Maza, G. (2003). "Innovaciones ciudadanas y políticas públicas locales en Chile". *Reforma y Democracia*, 26 de junio ([www.clad.org.ve](http://www.clad.org.ve)).
- Jardon, Carlos; Gierhake, Klaus. (2017). El conocimiento local como factor de innovación social: El caso del distrito municipal de Quito. En: *Revista Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research*. N° 38. p 67 – 90
- Vázquez, A. y Rodríguez, J. (2015). La política de desarrollo local: los desafíos de los territorios de desarrollo tardío. *Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales*, 186, 625-638.
- Durieux, V., & Gevenois, P. (2010). Bibliometric Indicators: Quality Measurements of of Scientific Publication. *Radiology*, 255(2), 342–351.

### Notas Biográficas

**Diana María Lopera Montoya.** Magíster en Gerencia Social. Trabajadora Social. Investigadora adscrita al Grupo de Investigación en Planeación, Desarrollo y Educación (PlanD+E). Profesora. Facultad de Ciencias Sociales. Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia – Colmayor – Medellín. Colombia.

**Jazmín Andrea Gallego Castaño.** (C) Magíster en Estudios de Ciencia, Tecnología, Sociedad (CTS). Profesional en Planeación y Desarrollo Social. Investigadora adscrita al Grupo de Investigación en Planeación, Desarrollo y Educación (PlanD+E). Profesora. Facultad de Ciencias Sociales. Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia – Colmayor – Medellín. Colombia.

**Claudia Milena Arias Arciniegas.** Magíster Administración. Administradora de Negocios. Profesora. Facultad de Ciencias Sociales. Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia – Colmayor – Medellín. Colombia.

**Carlos Mario Correa Cadavid.** Magíster en Desarrollo. Administrador de Empresas. Investigador adscrito al Grupo de Investigación en Planeación, Desarrollo y Educación (PlanD+E). Decano Facultad de Ciencias Sociales. Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia – Colmayor – Medellín. Colombia.

**Liliana Patricia Restrepo Medina.** Magíster en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación. Especialista en Sistemas de Información Geográficas (SIG). Socióloga. Líder del Grupo de Investigación en Ciencia, Tecnología, Sociedad más Innovación – Clasificado por Colciencias en Categoría A. Investigadora Asociada. Profesora. Facultad de Artes y Humanidades. Instituto Tecnológico Metropolitano – Medellín. Colombia.

# Conceptos, elementos y usos del diseño UX

Alicia López-Castañeda<sup>1</sup>, Yadira Alatríste-Martínez<sup>2</sup>, Beatriz A. González-Beltrán<sup>3</sup>

**Resumen**— Debido a que existe una gran variedad de acepciones sobre experiencia del usuario UX, el estudio hace una revisión sobre el concepto, elementos y usos. Encontrando que la definición se asocia con una variedad de significados donde existe divergencia en las definiciones usadas entre investigadores y profesionales, que los intentos para crear un entendimiento general, aún carecen de claridad y comprensión. Obteniendo conocimientos que dilucidan sobre: la definición de UX, elementos que la integran, metodologías que usan el enfoque UX e instrumentos de gestión. Concluyendo que la definición de UX se aborda desde diferentes puntos de vista, el análisis del usuario aún no se hace de manera estandarizada y las pautas para su construcción son variadas, además la integración de la información obtenida de las mediciones UX sugieren más estudios sobre: cómo analizar al usuario y el uso de las mediciones de UX como retroalimentación útil para diseñadores y desarrolladores.

**Palabras clave**— Diseño, experiencia del usuario (UX), análisis del usuario, usabilidad.

## Introducción

Al realizar una revisión de la literatura existente sobre experiencia de usuario (*User Experience* o UX, por sus siglas en inglés) es importante resaltar que la definición se asocia con una variedad de significados, donde existe una divergencia en las definiciones más usadas entre investigadores y profesionales. Aunque se han publicado trabajos para crear una comprensión general como el informe técnico de Rica, (2017), aún quedan partes del criterio por precisar (ej. elementos, objetivo, clases o categorías). Este estudio hace una revisión sistemática del concepto UX, sus elementos y usos.

Los primeros escritos que explicaban la usabilidad consideraban que la capacidad de aprendizaje o la productividad no era lo primordial, lo principal era considerar la experiencia de la persona en el momento (Whiteside y Wixon, 1987; Carroll y Thomas, 1988; Hassenzahl y Tractinsky, 2006). Sin embargo al campo de la Interacción Humano Computadora (*Human Computer Interaction* o HCI, por sus siglas en inglés), le tomó aproximadamente una década absorber estas ideas, así que los primeros escritos sobre aspectos de UX fueron destinados principalmente a convencer a la comunidad HCI para llevar los problemas más allá de la ejecución de las tareas (Hassenzahl y Tractinsky, 2006). De esta forma, el llamado movimiento de la experiencia UX comenzó a ganar terreno en el campo HCI. Y como señala McCarthyWright: “Hoy no sólo usamos tecnología, vivimos con ella. En estos momentos más que nunca nos damos cuenta de que interactuar con la tecnología nos involucra emocional, intelectual y sensualmente.” (Hassenzahl, Law, y Hvannberg, 2006). Por tal razón, los diseñadores y desarrolladores que evalúan sistemas interactivos deben ser capaces de comprender y analizar la experiencia sentida por las personas con respecto a la tecnología.

Por otro lado, la demanda de las empresas por diferenciarse, dar más satisfacción a sus clientes, los grandes cambios tecnológicos y metodológicos para la creación de productos, sistemas, servicios y objetos, han transformado el enfoque de diseño de las empresas, de un diseño funcional a uno que integre todos los aspectos con los que se relaciona el cliente en todo momento, desde su concepción hasta su término de uso. De modo que muchas de las empresas han tomado en cuenta las premisas anteriores como una guía de diseño, donde el usuario es el centro de toda decisión. De ahí que el enfoque de UX es considerado como un elemento de éxito y se ha integrado en evaluaciones de calidad para el diseño de productos, sistemas, servicios y objetos. A este respecto Hassenzahl Tractinsky (2006) menciona: “UX involucra las creencias, preferencias, pensamientos, sentimientos y comportamientos del usuario, al interactuar con el producto, sistema o servicio. Y a lo que Hussain (2018) puntualiza: para sostener e incrementar la

---

<sup>1</sup> La Mtra. A.V. Alicia López Castañeda es doctorante en Diseño y Visualización de la Información de la UAM Azcapotzalco. Maestra en Artes Visuales y Comunicación por UNAM. alice.lopez.c@gmail.com

<sup>2</sup> Dra. Yadira Alatríste Martínez es profesora-investigadora del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Área de Investigación en Nuevas Tecnologías. yalatríste@azc.uam.mx

<sup>3</sup> Dra. Beatriz Adriana González Beltrán es profesora-investigadora del Departamento de Sistemas de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Área de Investigación en Sistemas de Información Inteligentes. bgonzalez@azc.uam.mx

compra de un producto, sistema o servicio, es necesario comprender los sentimientos, pensamientos y necesidades de los usuarios como componentes determinantes. De ahí que algunas empresas, para llegar directo a sus clientes potenciales han integrado el enfoque UX al desarrollo de sus productos, sistemas, objetos o servicios.

Las empresas se han dado cuenta que las expectativas de sus clientes son cada vez más demandantes, quieren que todo funcione rápido y fácil; y que todo esto tiene que ver con UX. Por lo que las empresas como lo indica Ana Luisa Gutiérrez en el periódico *El financiero* (2020), “expertos en talento humano estiman que las compañías demandarán perfiles profesionales que sean experimentados en UX, científicos de datos, marketing, e-commerce, desarrolladores móviles y líderes que entiendan el teletrabajo.”

## 1. Definiciones de UX

El término “UX está asociado con una amplia variedad de significados” (Forlizzi Battarbee, 2004) “desde la usabilidad tradicional hasta belleza hedónica, aspectos afectivos o experienciales del uso de la tecnología” (Hassenzahl Tractinsky, 2006).

Entre las acepciones más citadas se encuentran la norma ISO y la de Hassenzahl y Tractinsky (2006). La norma ISO (2010) define “UX como las percepciones y respuestas de las personas, resultantes del uso o anticipación de uso de un producto, sistema o servicio.” Mientras que Hassenzahl y Tractinsky (2006). Indica que “para desencadenar una experiencia de un producto, un diseñador tiene que manipular los atributos para dar acceso a la utilidad y usabilidad.” Y que la calidad general del producto estará a menudo vinculada con las necesidades de los usuarios y el buen manejo de vinculación entre estos dos componentes.

Entre las diferentes definiciones sobre UX que se pueden encontrar se destacan las siguientes: Cangan y Vogel (2001) señalan que “UX: son las interacciones que resultan de la experiencia entre personas y productos. Subrayando que esto incluye todos los aspectos de experimentar un producto: físico, sensual, cognitivo, emocional y estético. Además, los resultados de la investigación UX, cuando son utilizados para informar el diseño del producto, extienden en gran medida las técnicas de usabilidad, para diferenciar productos en el mercado”. Mientras que Schifferstein y Hekkert (2011) indican que “UX: es la conciencia del efecto psicológico provocado por la interacción con un producto”. Por lo que Ramírez-Acosta (2017) simplifica este concepto diciendo que “UX: se refiere específicamente a la experiencia del usuario mientras la utiliza.”. Así como también lo hace J.R. Fanfarelli et al. (2018) exponiendo que, “UX: describe a la experiencia de uno o más seres humanos al usar un producto”. Minge y Thüring (2018) destacan que “UX : se refiere a las percepciones y respuestas del usuario con respecto a su interacción con un sistema o producto”. Ruvald et al (s/f) indica que “La experiencia del usuario es un dominio subjetivo y dependiente del contexto, matizando que se ha observado que la percepción de los usuarios sobre las diferentes cualidades del producto, así como las emociones que surgen antes, durante y después de usar un producto, está cambiando, lo que hace que UX también sea un concepto dinámico”. En la entrevista de Ashley Karr (2015) a Skot Carruth (profesional y especialista en UX) él expresa su punto de vista sobre UX diciendo: "Creo que una forma unificada para definir UX es como: una perspectiva, una lente a través del cual puede verse un producto, servicio u organización. Es la lente a través de la cual los usuarios ven. De manera que cualquiera que pueda utilizar esta perspectiva práctica UX" (Karr, 2015).

Desde una perspectiva más amplia se aprecia en todas las definiciones anteriores de UX tres componentes que son usuario, producto e interacción. En general, UX se refiere a las percepciones cognitivas del usuario, provenientes de la interacción con un producto, sistema, servicio u objeto, en un contexto determinado. De manera que, el usuario con cada interacción con el producto, sistema, servicio u objeto aunado al medio ambiente que lo rodea, reflexiona sobre sus percepciones con respecto a aspectos pragmáticos y hedónicos, lo que resulta en una apreciación global de lo experimentado por el usuario con respecto a un producto, sistema, servicio u objeto.

Algunos investigadores sostienen que “UX debe ser abordada de manera holística; otros sugieren dividir la complejidad de la experiencia en constructos evaluativos, por ejemplo, usabilidad y emociones” (Pucillo y Cascini, 2014); mientras algunos consideran que se debe centrarse más en los factores que influyen en UX; por ejemplo, el estado del usuario, las propiedades del producto y contexto de uso.

A pesar de lo anterior las métricas sobre UX se llevan a cabo, pero debido a que algunos elementos de UX, se relacionan con la satisfacción y el disfrute (percepciones conocidas como hedónicas), y están vinculados con las características llamadas intrínsecas del usuario, que al interactuar con el entorno son aspectos considerados como

subjetivos, sus métricas tienen dificultades para ser evaluadas. A diferencia de lo anterior las percepciones pragmáticas son aspectos de UX, relacionados a la usabilidad (efectividad, eficiencia) y utilidad. Estos aspectos están relacionados con características técnicas y son considerados como aspectos objetivos y sus mediciones son menos complejas.

Sobre lo anterior se puede observar que los factores que influyen en la UX se distinguen por el hecho de que están compuestos de atributos, la mayoría de los cuales son dinámicos, que pueden variar durante la prestación del servicio (por ejemplo, estado de ánimo del usuario, tiempo de respuesta del sistema, precisión en los datos obtenidos). “Dichos factores interfieren con las métricas de la dimensión pragmática y las métricas de la dimensión hedónica” (da Silva, Gonçalves, y Dantas, 2019).

Lin y Cheng (2017) detallan al respecto que las cualidades del producto instrumentales (utilidad, funcionalidad o usabilidad, etc.) y no instrumentales (aspectos estéticos, simbólicos o motivacionales) son más fáciles de evaluar, mientras que el estado interno del usuario y el cambio constante del contexto son más difíciles de entender”.

UX es aún un enfoque de trabajo abierto y multidisciplinar, en constante transformación, que se está haciendo cargo de estudiar todo lo que tenga que ver con las interacciones que se establecen entre usuarios, sistemas, servicios u objetos, en las diferentes dimensiones y contextos que estas se puedan dar.

## 2. Metodologías y modelos del enfoque UX que involucran a las partes interesadas: diseñadores, desarrolladores y usuarios

Bajo este contexto emergente encontrado en la literatura, se realizan muchas revisiones para hacer investigación sobre UX, porque es considerada como una ventaja significativa en el diseño de productos, sistemas, servicios u objetos. Los autores identifican como clave de una buena UX el papel que juega el análisis del usuario como parte importante de este enfoque. Aunque este enfoque de poner al usuario en el centro del diseño ha tenido cambios medulares que abren nuevas interrogantes, tanto para profesionales como para investigadores.

De acuerdo a Schön, Thomaschewski, y Escalona, (2017) las direcciones que se han tomado en los casos de desarrollo de sistemas, están divididos en los siguientes: enfoques, perspectivas, metodologías y gestiones de importancia.

### Enfoque Tradicional y Actual

**Los enfoques tradicionales se caracterizan porque:** las partes interesadas, clientes, usuarios y desarrolladores sólo se involucran en las primeras fases del desarrollo de software bajo documentos de especificación de requisitos, donde el hombre y las interacciones están en el centro de tales metodologías y donde los modelos carecen de la definición de cuál es el tipo correcto de producto que satisface al usuario (Schön, Thomaschewski, y Escalona, 2017).

**Los enfoques actuales se caracterizan porque:** se busca desarrollar productos, sistemas, servicios u objetos con una buena experiencia de usuario. En el desarrollo del diseño se pone en el centro al humano. La participación de las partes interesadas y los usuarios es fundamental y son los actores principales para que un sistema tenga éxito. Las partes interesadas y el usuario están involucrados a lo largo de todo el proceso de desarrollo. Los requisitos son la base de todos los productos. La ingeniería de requisitos (RE) juega un papel importante, en el desarrollo del sistema y trabaja con una lista de requisitos priorizados Product Backlog<sup>4</sup> (Schön et al., 2017).

### Metodologías: Perspectivas Tradicional y Actual

Las metodologías que se usan comúnmente para conocer al usuario se realizan bajo las perspectivas **tradicionales o actuales**, donde las **perspectivas tradicionales** se distinguen por el trabajo colaborativo desarrollado en plataformas digitales como: Scrum, Kanban, Extreme y Programática. Y las **perspectivas actuales por tomar en cuenta** el diseño centrado en el ser humano, pensamiento de diseño, diseño participativo y la investigación contextual (Schön et al., 2017).

---

<sup>4</sup> El product backlog (o pila de producto) es un listado de todas las tareas que se pretenden hacer durante el desarrollo de un proyecto.

## **Gestión de Proyectos: modelos basados en planes y modelos basados en valores**

La gestión de los proyectos entre las partes interesadas (clientes, usuarios y desarrolladores) se llevan a cabo de acuerdo a los siguientes modelos: **1. Modelos de procesos basados en planes** y **2. Modelos basados en valores.**

**1. Los modelos de procesos basados en planes** se reconocen por ser negociados sobre un precio, los planes de proyecto se desarrollan con los recursos disponibles, se enfatizan las salidas generadas (por ejemplo, número de características o número de lanzamientos creados durante un período de tiempo), sólo se hacen consultas durante una fase de inicio y cierre. **2. Modelos basados en valores** se caracterizan porque las partes interesadas trabajan colaborativamente, se discuten visiones, experiencias, valores humanos, se concentra en obtener resultados, se lleva a cabo de forma iterativa y activamente durante todo el proceso de desarrollo, usando el modelo justo a tiempo, para el perfeccionamiento del proyecto, comenzando con la captura de requisitos por medio de epopeyas, manejando mapas de historias de usuarios o historias personales que se dividen en tareas. (Schön et al., 2017).

### **3. La relación entre UX , interfaz y el diseño y visualización de la información**

UX representa un cambio del propio concepto de usabilidad, pues el objetivo de UX no se reduce a mejorar el rendimiento del usuario en la interacción entre eficacia, eficiencia y facilidad de aprendizaje, sino que trata de resolver el problema estratégico de la utilidad del producto y el problema psicológico del placer y diversión de su uso (D'Hertefeldt, 2000; Rica 2017). Ya que los usuarios no utilizan sistemas interactivos, sino que utilizan las interfaces para interactuar con el sistema, el diseño y visualización de la información de dicha interfaz es muy importante para el éxito o fracaso de una aplicación interactiva (Granollers, 2004; Hassan, 2009; Rica 2017) de manera que la interfaz de usuario determinará en gran medida, la percepción e impresión que el usuario posea de la aplicación.

Los estímulos visuales por ejemplo: color, la expresión facial, etc., los estímulos auditivos (expresión vocal) y/o las combinaciones de ambos, han sido empleados por investigadores para servir como catalizador para la inducción del estado de ánimo” (L.L. Carstensen, 2011; Dolan, 2002; Abegaz, Dillon, y Gilbert, 2015). Desde una perspectiva UX, es posible incorporar estímulos en los diseños de aplicaciones de software para evocar ciertas reacciones afectivas de los usuarios. Idealmente, los usuarios pueden percibir una emoción positiva o negativa que influye en un cambio de actitud, y en su comportamiento durante la interacción. En consecuencia este comportamiento y cambio podría afectar la calidad de las habilidades de toma de decisiones de los usuarios (Dolan, 2002).

Existen trabajos que han demostrado que los colores y las formas influyen respectivamente en ciertas emociones de los individuos después de su exposición. Por ejemplo, la longitud de onda de un color puede servir como un factor potencial para influir en un estado de ánimo, comportamiento o sentimientos, mientras que el borde de una forma puede imponer un resultado similar. Ciertos colores, formas y sus combinaciones potencialmente inducen un cambio en el estado afectivo de los usuarios (ya sea más positivo, neutral o menos positivo) tras la exposición a estos estímulos visuales. Dichos elementos podrían usarse como alternativas viables a estímulos de mayor nivel como la expresión facial y escenas de películas debido a sus altos efectos viscerales (Abegaz et al., 2015). Revelándose así una relación dependiente entre UX y el diseño de la visualización de la Información, que requiere de más estudios empíricos para determinar la influencia que tiene uno en el otro en el diseño de interfaces para sistemas. La aceptación del usuario es determinante para el éxito o el fracaso de muchos proyectos de software. Por lo tanto, una comprensión más profunda sobre cómo el diseño y la visualización de la información pueden aportar a la UX del software tiene un alto potencial, estructural y económico.

### **4. Descripción metodológica de la revisión de la literatura**

Se realizó una revisión sistemática de la literatura sobre UX en el servicio en línea de información científica denominado “Web of Science” y la búsqueda arrojó 2,427 artículos al ingresar la palabra “UX”, de los cuales se hizo una depuración de información que redujera los resultados a artículos, con las siguientes características: artículos

escritos entre 2015 y 2020, artículos de acceso abierto, artículos, artículos de revisión y documentos de procedimientos, resultando 258, a los cuales se les aplicó un análisis de citación, para hacer una selección por autor, tipo de documento y área de investigación, de los cuales fueron elegidos sólo los que contenían una definición de UX común, resultando 40 artículos finales. Después de esta búsqueda preliminar se realizaron adicionalmente búsquedas especializadas con las combinaciones de palabras como: (User Experience- definition; healthcare; eHealth Mobile; health Appss, literatura surge; concept of UX; element of UX; trend of UX study). Seleccionando finalmente sólo los artículos que cumplieron con los criterios de búsqueda con los siguientes términos: definición de UX, métodos y metodologías UX, instrumentos de medición UX, desarrollo y diseño de sistemas para UX. Se identificaron 47 artículos relevantes sobre los que sólo se seleccionaron 18 que incluyeran los criterios: definición de UX, instrumento de medición de UX, uso del enfoque UX al diseño de sistemas de salud, gestión de proyectos de sistemas de salud y UX, refinando dichos artículos bajo las perspectivas de búsqueda de: relevancia, año y citación.

### ***5. Análisis de los resultados***

Como resultado final se encontraron 18 estudios relevantes analizados según el protocolo de investigación. Después de un análisis detallado, se adquirieron conocimientos relevantes sobre los siguientes aspectos: definición de UX, los principales elementos que integran UX, metodologías que usan el enfoque de UX, y mecanismos de gestión de desarrollo de proyectos entre las partes interesadas: clientes, diseñadores, desarrolladores y usuarios. Así como la sobresaliente relación entre UX, el diseño y la visualización de la información en el diseño de interfaz de aplicaciones.

Los hallazgos sobre UX, se proyectaron en la siguiente clasificación: artículos de revisión 39%, artículos de investigaciones originales el 33%, artículos de método o metodología 17%, artículos de estudios de caso 6%, artículos de informes breves 5%. A partir de los resultados anteriores, también se encontró que el 99 % de los estudios hacen mención sobre el uso del enfoque UX. Por otro lado, el estudio también arrojó que el 53% no cuentan con una definición de UX y el 47% restante tiene una definición de UX, siendo las definiciones más recurrentes las de ISO y Hassenzahl.

El análisis también reporta que de los artículos que usan el enfoque UX, el 44% no tiene un instrumento para medir UX, y el 56% hace mención del uso de algún instrumento de medición de UX, de los cuales únicamente hicieron referencia al momento en que utilizaron dicho instrumento el 45%, el 44% varía el momento en que lo utilizó y el 11% no lo utilizó. El 100% de los artículos revisados mencionan que es la evaluación UX. Pero ninguno explicó cómo analizar al usuario. El 78 % de los estudios se referían al desarrollo de sistemas informáticos y el 22% sobre productos u objetos. Además, el 83% menciona cómo hacer mejoras a sus proyectos a los que aplican el enfoque UX de acuerdo a los resultados de las métricas de UX y el 17% no lo menciona.

### ***Conclusiones***

De manera sintética es posible sostener que la definición de UX se encuentra en una transformación constante, y que si se decide usar el enfoque UX como métrica de éxito, es indispensable contar con un análisis del usuario que lo describa desde distintos puntos de vista, destacándose entre los que no pueden faltar: física, social, psicológica, emocional, contextual, motivacional y cognitivamente. El análisis del usuario es un elemento de gran relevancia para la evaluación de UX, independiente del enfoque metodológico que se use y debe ser bien conocido por todo el equipo involucrado en cada proyecto.

Debido a que las características o circunstancias ideales para desarrollar un análisis del usuario, se presentan de manera dispersa, los trabajos empíricos que se llevarán a cabo para la investigación en curso, serán orientados a evidenciar las mencionadas cualidades y situaciones que se requieren conocer del usuario, como elementos fundamentales en el diseño y la visualización de la información, para aplicaciones orientadas a la salud y creadas bajo el enfoque UX. Contribuyendo de esta manera, a explicar cómo el diseño y la visualización de la información colaboran y responden adecuadamente a las necesidades del usuario, para informar a sus procesos de toma de decisiones, establecidas a través de las relaciones máquina - humano en un entorno de salud.

### ***Recomendaciones***

Las diversas etapas de los proyectos de diseño de visualización de la información demandan un conocimiento profundo y una retroalimentación continua sobre el usuario, con el fin de alcanzar los objetivos y resultados planteados en cada proyecto. Por ello resulta importante seguir desarrollando, estudios sobre: cómo hacer un análisis del usuario adecuado para el proyecto que se pretende desarrollar y de qué manera usar la retroalimentación de las mediciones UX de forma efectiva en el diseño de los diversos artefactos, así como conocer cuál es el momento más adecuado para usar dicha información, para obtener los resultados y objetivos deseados para cada proyecto de salud.

### Agradecimientos

Se hace un reconocimiento a la UAM Azcapotzalco por la beca otorgada para llevar a cabo la presente investigación.

### Referencias bibliográficas

- Abegaz, T., Dillon, E., y Gilbert, J. E. (2015). Exploring Affective Reaction during User Interaction with Colors and Shapes. *Procedia Manufacturing*, 3(Ahfe), 5253–5260. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.602>
- Alomar, N., Almobarak, N., y Alkoblan, S. (2016). *Design, User Experience, and Usability: Design Thinking and Methods*. 9746(August 2019), 197–208. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-40409-7>
- da Silva, M. P., Gonçalves, A. L., y Dantas, M. A. R. (2019). A conceptual model for quality of experience management to provide context-aware eHealth services. *Future Generation Computer Systems*, 101, 1041–1061. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.07.033>
- El financiero. (2018). El financiero. Recuperado el 03 de junio de 2020, de <https://www.elfinanciero.com.mx/>
- Forlizzi, J., y Battarbee, K. (2004). Understanding experience in interactive systems. *DIS2004 - Designing Interactive Systems: Across the Spectrum*, 261–268. <https://doi.org/10.1145/1013115.1013152>
- Harte, R. P., Glynn, L. G., Broderick, B. J., Rodriguez-Moliner, A., Baker, P. M. A., McGuiness, B., ... ÓLaighin, G. (2014). Human centred design considerations for connected health devices for the older adult. *Journal of Personalized Medicine*, 4(2), 245–281. <https://doi.org/10.3390/jpm4020245>
- Hassenzahl, M., Law, E. L.-C., y Hvannberg, E. T. (2006). User Experience – Towards a unified view. *User Experience – Towards a Unified View: Second International COST294-MAUSE Open Workshop*, 1–3.
- Hassenzahl, M., y Tractinsky, N. (2006). User experience - A research agenda. *Behaviour and Information Technology*, 25(2), 91–97. <https://doi.org/10.1080/01449290500330331>
- Hussain, J., Khan, W. A., Hur, T., Bilal, H. S. M., Bang, J., Ul Hassan, A., ... Lee, S. (2018). A multimodal deep log-based user experience (UX) platform for UX evaluation. *Sensors (Switzerland)*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/s18051622>
- Karr, A. (2015). UX research vs. UX design. *Interactions*, 22(6), 7. <https://doi.org/10.1145/2834964>
- Lin, C. J., y Cheng, L. Y. (2017). Product attributes and user experience design: how to convey product information through user-centered service. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 28(7), 1743–1754. <https://doi.org/10.1007/s10845-015-1095-8>
- Ramírez-Acosta, K. (2017). Interfaz y experiencia de usuario: parámetros importantes para un diseño efectivo. *Revista Tecnología En Marcha*, 30(5), 49. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i5.3223>
- Rica, U. D. C. (2017). 24317-74375-1-Pb. Retrieved from <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/eciencias/article/view/24317/27777>
- Sander, D., Grandjean, D., Pourtois, G., Schwartz, S., Seghier, M. L., Scherer, K. R., y Vuilleumier, P. (2005). Emotion and attention interactions in social cognition: Brain regions involved in processing anger prosody. *NeuroImage*, 28(4), 848–858. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.06.023>
- Schön, E. M., Thomaschewski, J., y Escalona, M. J. (2017). Agile Requirements Engineering: A systematic literature review. *Computer Standards and Interfaces*, 49, 79–91. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2016.08.011>

# LIDERAZGO AUTOCRÁTICO VS. TRANSFORMACIONAL: LA REALIDAD DE LAS PYMES FLEXOGRÁFICAS

Sergio Raúl López Nieto<sup>1</sup>

**Resumen**— La presente investigación analiza la forma en que se desarrolla el liderazgo en las empresas flexográficas. El nuevo contexto de operación de las PYMES, las obliga a buscar nuevas estrategias para alcanzar la competitividad y productividad. En este contexto, se pretende determinar el tipo de liderazgo preponderante en estas organizaciones mediante el desarrollo de un cuestionario estructurado que considera 8 dimensiones, el cual será validado mediante el cálculo del Alfa de Cronbach y cuyas respuestas se analizarán con el programa SPSS. Las empresas analizadas serán las ubicadas en el municipio de Puebla, cuyas características son similares en cuanto a tamaño, número de colaboradores, estructura organizacional y volúmenes de producción; con los datos resultantes se procederá a la generación de propuestas que logren potenciar dicha habilidad gerencial y detectar las áreas de impacto.

**Palabras clave**— Liderazgo, PYMES, autocrático, transformacional.

## Introducción

Los avances tecnológicos, el crecimiento de las industrias y la competencia global entre empresas de un mismo sector, son motivos por los cuales se deben desarrollar puestos gerenciales capaces de formar equipos de trabajo eficientes y comprometidos con el alcance de los objetivos organizacionales a través de un liderazgo efectivo.

En México, el concepto de liderazgo se ha incrustado en las organizaciones, sin embargo, no se ha ejecutado de la manera correcta. El país tiene arraigadas muchas costumbres, formas de trabajo y sobre todo la cultura que se ha forjado con el paso de los años en el ámbito laboral, como factores que han frenado el desarrollo óptimo que fusione equipos de trabajo eficientes y producción de calidad.

Las empresas buscan hoy en día, personal que fusione habilidades técnicas y conocimientos con habilidades gerenciales y de trabajo en equipo. Sin embargo, a pesar de esta nueva tendencia en el reclutamiento del personal, no siempre se obtiene al candidato “ideal”.

Las consecuencias de lo anterior son empresas con “jefes” y no con líderes, centrados en la producción de bienes y servicios y no en la fusión de productividad y desarrollo del personal. Además, que las universidades sigan egresando profesionistas con conocimientos técnicos y dejando de lado el enfoque humano, y finalmente, que aunque se desarrollen nuevas técnicas de contratación de personal, éstas no sean eficientes.

Es por ello, que en el presente artículo se presenta el análisis de liderazgo en las PYMES flexográficas del municipio de Puebla, basado en los tipos autocrático y transformacional, con el objetivo de determinar el que predomina y proponer una estrategia para potenciar dicha habilidad gerencial.

## Marco Teórico

### *PYMES flexográficas en México*

Del total de pequeñas empresas existentes en México (3, 952,422), solo el 11.5% destina recursos para capacitar y formar a sus personal, y del total de las medianas empresas (79,367) el 55.8% realiza esta actividad (INEGI, 2018). La capacitación en temas de liderazgo es de vital importancia para los mandos medios y altos de la organización pues ellos son quienes deben dirigir y orientar a los equipos de trabajo.

Del total de PYMES existentes en México reportadas en 2018 por el INEGI, una cantidad de 21,458 están relacionadas con actividades propias de las artes gráficas y de ellas el 4.9% se dedica específicamente a la manufactura de productos relacionados con impresión. De este porcentaje el 1.058% (227 aproximadamente) se dedica exclusivamente a la flexografía, que es un proceso de impresión mediante rodillos rotativos y placas flexibles, el cual aporta el 74.4% de producción nacional de etiquetas para productos de los sectores de alimentos, bebidas, farmacéuticos, de higiene y cuidado personal, herramientas y logísticos. El resto es cubierto por otros tipos de impresión como la digital y la serigrafía.

Este tipo de empresas cubren las características siguientes:

- Son PYMES por el número de empleados que laboran en ellas de acuerdo con el INEGI (2018).

<sup>1</sup> Sergio Raúl López Nieto es Docente de tiempo completo en el Instituto de Estudios Universitarios Plantel Puebla [sergio.lopez@ieu.edu.mx](mailto:sergio.lopez@ieu.edu.mx), [ing.sergio.raul@gmail.com](mailto:ing.sergio.raul@gmail.com)

- Son de carácter familiar, ya que el personal de los puestos directivos y gerenciales tienen alguna relación de parentesco (INEGI, 2014).
- Carecen de recursos para innovar en su maquinaria y equipos, derivado de los altos costos de adquisición (Munive, 2015).
- No tienen a personal con la formación específica para atender a este tipo de sector, ya que en México solo existen 2 Universidades que ofrecen el programa de Ingeniería en Artes Gráficas, el cual es el único aproximado a las actividades desarrolladas en este tipo de industrias (Secretaría de Educación Pública, 2020)
- De acuerdo con la CANAGRAF (2019), los niveles de utilización de la capacidad son bajos, pues solo el 35% del total de empresas hace uso del 60% de la misma.
- Se ubican en 26 de los 2,456 municipios del país concentrándose en los estados de México, Querétaro, Jalisco, Puebla, Chihuahua y la Ciudad de México (INEGI, 2018).
- Desarrollan el proceso de impresión más importante para la industria manufacturera por los altos volúmenes de producción y la facilidad para poder colocar los productos (etiquetas impresas) en los envases, derivado a la presentación en rollos. (INEGI, 2018).
- El 11% trabaja dos turnos (Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE), 2018).

Lo anterior refleja un contraste entre lo pequeñas que son estas organizaciones y lo productivas que pueden llegar a ser considerando mejoras importantes en sus diversas áreas.

Sin embargo, se están enfrentando a retos como la introducción de nuevos y sofisticados sistemas de impresión digital que se derivan de los costos accesibles de los equipos utilizados para impresión, consideraciones ambientales por el uso de papeles y adhesivos, y la creciente competencia e importación de productos, esto de acuerdo con la CANAGRAF (2019).

Por ello es necesario mencionar, que todos los factores de gestión y administración de las PYMES recaen en los puestos directivos y gerenciales, pues el trabajo en equipo permite avanzar de manera sinérgica en el alcance de objetivos y desarrollar nuevas estrategias de competitividad, dentro de las cuales el liderazgo influye de manera importante.

### *Liderazgo*

En nuestro país y en la mayor parte de América Latina el concepto de liderazgo se entiende como “tener siempre la razón y la última palabra”, imponiendo de esta manera la voluntad propia sobre la de los demás. Éste tipo de confusión se da principalmente por cuestiones de estructura jerárquica de las organizaciones (Mertens, 2002).

El INEGI (2018), establece que la mayoría de las PYMES presentan problemas en sus procesos administrativos y organizacionales, ya que la formación académica de su personal es de aproximadamente 7 años, lo cual es concordante con lo que establece la CANACINTRA (2019), donde solo el 10% de los empresarios le da importancia a los programas de formación y capacitación de su personal.

Además, a raíz de los cambios en la manera de administrar la empresa, algunos autores como Lussier y Achua (2005), Chiavenato (2002), Maxwell (2000) o Robbins (2004), comienzan a mencionar el concepto de liderazgo y romper el paradigma de trabajar con “jefes”. En este contexto se desarrollan nuevas investigaciones que buscan determinar las características, habilidades y competencias con las cuales debe contar un líder como los propuestos por Cuadrado (2009), Drucker (2010), Reza (2010) y Gutiérrez (2009). Partiendo de estos autores, se establece el punto común de que el concepto de liderazgo ha evolucionado y que tiene relación con el éxito de las organizaciones, pues de los puestos directivos y gerenciales se desarrollan las estrategias pertinentes con respecto a la inversión en tecnología y capacitación que impactarán en la productividad de las empresas, y por otro lado la forma en que se gestionan los equipos de trabajo para el alcance de objetivos.

El liderazgo entonces, debe ser entendido como un fenómeno universal que contempla valores, ideas, principios, creencias y formas de actuar que se ven influenciados por la cultura del lugar donde se desarrollan, abarcando las áreas sociales, políticas, familiares y empresariales.

Por ello, y para esta investigación, se definirá al liderazgo como la habilidad gerencial que permite el desarrollo, motivación e integración de los equipos de trabajo de las organizaciones para alcanzar los objetivos de las mismas.

Tomando como base los conceptos anteriores, entendiendo el contexto bajo el cual trabajan las empresas en México y por la estructura organizacional de las PYMES se considerarán para esta investigación 2 tipos de liderazgo:

1. El liderazgo autocrático caracterizado por que el líder tiene el poder absoluto sobre los colaboradores o equipos y en el cual los trabajadores muestran falta de motivación (Giraldo & Naranjo, 2014).

2. El liderazgo transformacional se basa en la inspiración del equipo permanentemente y les transmite entusiasmo, busca iniciativas y agrega valor (Giraldo & Naranjo, 2014).

### Método

Para el desarrollo de la investigación, desde un enfoque metodológico, se utilizará una estructura de tipo no experimental, de carácter transversal, con un nivel correlacional y un enfoque mixto derivado de analizar el fenómeno en su situación actual asociando variables de tipo cuantitativo y cualitativo, todo ello mediante la aplicación de un cuestionario validado mediante el coeficiente Alfa de Cronbach y analizando los resultados a través del uso del software SPSS, con la finalidad de que el estudio pueda ser utilizado como un referente para otros posteriores, relacionados con el tipo de empresas y variables consideradas en el presente.

Para ello, se contemplan las 5 empresas flexográficas establecidas en el municipio de Puebla, que poseen las siguientes características:

- Número de empleados
  - De acuerdo con el (INEGI, 2015) las pequeñas empresas contemplan de 11 a 50 empleados y las medianas de 50 a 100.
- Procesos de impresión similares, la única variación es el modelo de la maquinaria utilizada, lo cual no afecta en nada el proceso productivo.
- La estructura jerárquica se compone normalmente de un Director General, una Gerencia Administrativa, una Gerencia de Ventas, una Gerencia de Operaciones o Producción, un jefe de diseño, un jefe de compras, un jefe de contabilidad, un jefe de planeación, un jefe de almacén, un jefe de calidad, personal operativo (impresión, corte y rebobinado, empaque) y personal de reparto.
- El total del personal en este tipo de empresas oscila entre 42 y 83 elementos distribuidos en las áreas descritas en el punto anterior.
- La población contemplada es de 302 elementos de las empresas del sector y giro mencionado.
- Se realiza el cálculo de la muestra utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra = ?

N = Tamaño de la población = 302

Z = Nivel de confianza = 95% = 1.96

p = Probabilidad de éxito = 50%

q = Probabilidad de Fracaso = 50%

d = Precisión o Margen de error máximo permitido = 5%

Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$n = \frac{302 \times (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}{(0.05)^2 \times (302 - 1) + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

La muestra obtenida es de 169 personas.

El cuestionario aplicado comprende 46 preguntas distribuidas de la siguiente forma: seis de aspectos demográficos, seis de la dimensión motivación, cuatro de la dimensión autoridad, cuatro de la dimensión resistencia al cambio, cinco de la dimensión carácter, seis de la dimensión comunicación, cuatro de la dimensión empatía, cinco de la dimensión respeto y 6 de la dimensión trabajo en equipo, todos ellos basados en los estilos de liderazgo autocrático y transformacional.

Para medir la confiabilidad del instrumento, se recurre al cálculo del Alfa de Cronbach mediante el software estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*, por sus siglas en inglés), recordando que cuanto más cerca de 1 se encuentre el valor de alfa, la consistencia de los ítems es mayor (Frías, 2018)

Los ítems serán codificados a través de una escala de Likert nivel 5.

El resultado obtenido del instrumento es de 0.731, que de acuerdo con el criterio de George y Mallery (2003) es aceptable. Una vez realizado lo anterior, se procede a la aplicación mediante un muestreo aleatorio simple hasta completar el total de la muestra.

La información obtenida mediante el análisis de los datos recopilados es la siguiente:

El 87.6% considera que se presenta un buen liderazgo autocrático contra un 85.3% que percibe un buen liderazgo transformacional, lo cual puede observarse en los gráficos 1 y 2.

De igual forma se puede observar en el gráfico 3, el comparativo de las dimensiones de cada uno de los estilos de liderazgo de acuerdo a la percepción de los colaboradores que fueron sometidos a la aplicación del cuestionario.

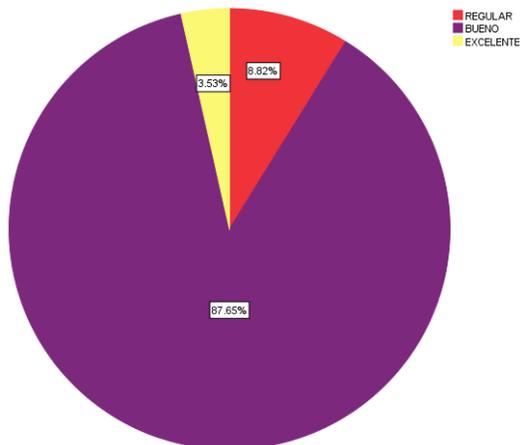


Gráfico 1. Percepción de liderazgo autocrático  
Fuente: Elaboración propia

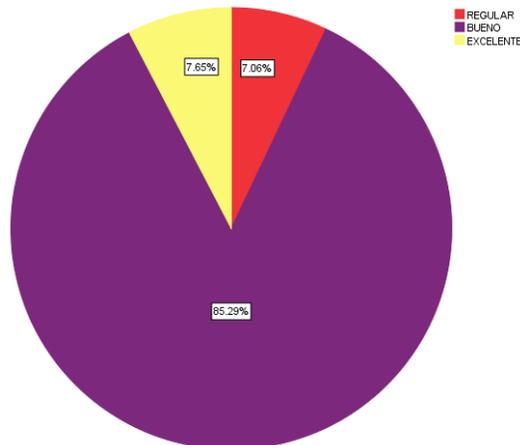


Gráfico 2. Percepción de liderazgo transformacional  
Fuente: Elaboración propia

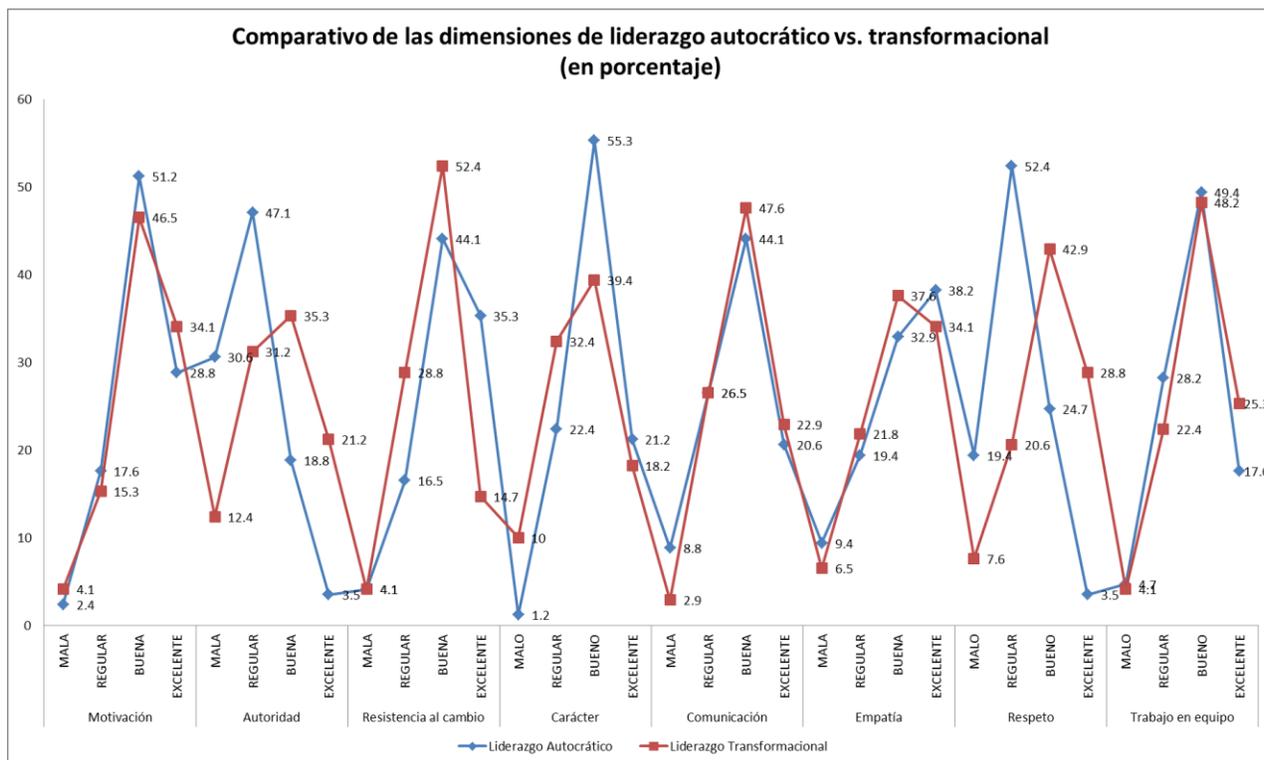


Gráfico 3. Resultados de las dimensiones de liderazgo  
Fuente: Elaboración propia

Revisando las dimensiones consideradas para el liderazgo, se tiene que en las organizaciones flexográficas predomina aún el liderazgo autocrático, sin embargo se tiene presencia en una escala similar el liderazgo transformacional.

Las perspectivas de los colaboradores en las dimensiones de motivación, resistencia al cambio, carácter, comunicación y trabajo en equipo son similares coincidiendo en un aspecto bueno. Sin embargo, las dimensiones de autoridad, empatía y respeto difieren entre los dos tipos de liderazgo.

La dimensión de autoridad en el líder autocrático se percibe como regular mientras que en el líder transformacional se percibe como buena, lo cual denota que la autoridad no siempre se asocia a aspectos de imposición sino de colaboración con los miembros del equipo y que tiene la relación con la manera en que un líder busca el alcance de los objetivos de acuerdo con lo expuesto por Münch (2011).

La dimensión de empatía se percibe excelente en el líder autocrático, mientras que en el transformacional se percibe como buena, de lo cual podemos concluir que se tiene un contexto de entendimiento por las necesidades de los colaboradores en mayor escala por los líderes autocráticos que por los transformacionales, que se deriva de las teorías propuestas por Siliceo, Casares & González (1999), donde se menciona que el liderazgo es cambiante dependiendo de la época y contexto donde se desarrolla.

Finalmente, la dimensión de respeto es percibida como regular en los líderes autocráticos mientras que se percibe como buena en los líderes transformacionales, lo cual denota que la ideología y los conceptos de propuestas, creatividad y participación en los colaboradores que establece González, González, Ríos y León (2013), conllevan a un consenso donde las propuestas de los integrantes de los equipos de trabajo contribuyen a la mejora y promueven elementos como la motivación e integración, generando un sentido de pertenencia hacia la organización.

Por otro lado se realizó el cálculo de la correlación de Pearson descrita por Johnson (2003), entre las dimensiones consideradas para el estudio, resultando las siguientes con un valor positivo moderado: motivación con carácter, comunicación y empatía, y resistencia al cambio con trabajo en equipo y empatía. Con estos resultados se deduce que si alguna de las dimensiones varía la otra también tendrá un comportamiento similar.

### Comentarios Finales

Derivado de los resultados obtenidos se puede concluir que el liderazgo es una actividad primordial para toda organización, desde el enfoque de competitividad y crecimiento interno. Con la información obtenida del instrumento se logró determinar que el tipo de liderazgo autocrático es el predominante en las empresas flexográficas, en comparación con el liderazgo transformacional, sin embargo hay presencia de los dos, derivado de la edad de las personas que se encuentran laborando en estas organizaciones, las cuales pertenecen a las denominadas Generación X y Generación *Millennial*, de acuerdo con los resultados demográficos obtenidos mediante la aplicación del instrumento.

Por lo anterior, la necesidad de un liderazgo efectivo desde la Alta Dirección hasta los puestos jefaturas, determinará la forma en que las PYMES flexográficas puedan alcanzar el éxito en el mercado a través de la generación de competitividad e innovación, por ello es recomendable la inversión en capacitación del personal y tecnología, aunados de la implementación de nuevos modelos y metodologías que permitan a las organizaciones crecer exponencialmente en un corto plazo, además de trabajar en el proceso de *know-how* derivado de la carencia de profesionistas que se puedan integrar inmediatamente en este tipo de organizaciones.

Al ser una habilidad que permite potenciar los equipos de trabajo, también puede llevar al incremento de la productividad de las empresas si es contemplada dentro del factor mano de obra de la función de producción, a través de la aplicación de las métricas necesarias y un modelo de capacitación que permita un seguimiento a la potenciación de las dimensiones contempladas en este estudio y algunas otras que cada empresa considere necesarias tomando como base las teorías propuestas por algunos autores clásicos y contemporáneos.

Por ello, se sugiere el desarrollo de futuras investigaciones, enfocadas en otras características de liderazgo que también pudieran tener un grado de influencia en la productividad y competitividad de las empresas flexográficas, además se puede dar pie al análisis de los demás elementos de la función de producción y la interrelación que pudieran tener con el liderazgo, e incluso abordándolos desde un aspecto económico y de sustentabilidad.

### Referencias

- CANACINTRA. (12 de Diciembre de 2019). *CANACINTRA*. Obtenido de <https://canacindra.org.mx/camara/>
- Chiavenato, I. (2002). *Gestión del talento humano*. Bogotá: Mc Graw Hill.
- Cuadrado, I. (2009). ¿Emplean hombres y mujeres estilos de liderazgo? Análisis de la influencia de los estilos de liderazgo en el acceso a los puestos de dirección. *Revista de Psicología Social*, 283-307.
- Drucker, P. (2010). Que hace eficaz a un ejecutivo. *Harvard Business Review*.
- Frías, N. (11 de Noviembre de 2018). *Universitat de València*. Obtenido de <https://www.uv.es/~friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference 11.0 update*. Boston: Allyn & Bacon.
- Giraldo, D., & Naranjo, A. (2014). *Liderazgo: Desarrollo del concepto, evolución y tendencias*. Colombia: Universidad del Rosario.

- González, O., González, O., Rios, G., & León, J. (2013). Características del liderazgo transformacional presentes en un grupo de docentes universitario. *Telos*, 355-371.
- Gráficas, C. N. (18 de Julio de 2019). *CANAGRAF*. Obtenido de <https://canagraf.mx/>
- Gutiérrez, J. (2009). *Líderes del siglo XX*. México.
- INEGI. (2014). Sistema de Cuentas Nacionales de México: Productividad total de los factores: modelo KLEMS. México .
- INEGI. (2015). Cálculo de los índices de productividad laboral y del costo unitario de la mano de obra. México.
- INEGI. (09 de Agosto de 2018). *Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE)*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/enaproce/2018/>
- Johnson, R. (2003). *Estadística elemental*. México: Math Learning.
- Lussier, R., & Achua, C. (2005). *Liderazgo. Teoría, aplicación y desarrollo de habilidades*. México: Cengage Learning Inc.
- Maxwell, J. (2000). *21 cualidades indispensables de un líder*. Estados Unidos: Caribe-Betania.
- Münch, L. (2011). *Liderazgo y dirección*. México: Trillas.
- Munive, M. (2015). Detonadores de la modernización tecnológica en la industria gráfica de México: una metodología y un caso de éxito. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 317-334.
- Reza, J. (2010). *El director hábil*. México: Panorama.
- Robbins, S. (2004). *Comportamiento Organizacional*. San Diego Estados Unidos: Pearson.
- Secretaría de Educación Pública. (2020). *SEGOB*. Recuperado el 02 de Abril de 2020, de SEP: <https://www.gob.mx/>
- Siliceo, A., Casares, D., & González, I. (1999). *Liderazgo, Valores y Cultura Organizacional*. México: Mc Graw Hill.

### Notas Biográficas

**Sergio Raúl López Nieto** es estudiante del Doctorado en Alta Dirección en la Universidad del Valle de Puebla, tiene la maestría en Ingeniería Administrativa y Calidad por la Universidad La Salle Benavente Puebla y es Ingeniero Industrial con especialidad en Procesos de Manufactura y Desarrollo Empresarial por el Instituto Tecnológico de Puebla. Ha laborado en los departamentos de Calidad de diversas empresas manufactureras y de servicios logrando certificaciones en ISO 9001:2008 y 2015, además ha participado con ponencias en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Universidad CEUNI y UPAEP. Actualmente es profesor de la modalidad online en el Instituto de Estudios Universitarios a niveles licenciatura y maestría.

# LA INGENIERÍA Y SU CAPACIDAD DE RESPUESTA EN LA ACTUALIDAD

Mtro. Sergio Raúl López Nieto<sup>1</sup>, Mtro. Alejandro Fernández Merino<sup>2</sup>,  
Mtro. Pablo Torres Múgica<sup>3</sup> y Mtra. María Dolores Absalón Fernández<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente artículo tiene como objetivo evidenciar la manera en que la ingeniería ha dado solución a diversos aspectos de la vida cotidiana. Esta disciplina tiene diversas vertientes por lo que su campo de aplicación es bastante extenso, además de que ha proporcionado nuevas tecnologías y herramientas que han llevado a muchas organizaciones a niveles altos de competitividad y rentabilidad. En el caso particular, México es uno de los países donde se concentra gran parte de la manufactura industrial y esto ha permitido que se detecten áreas de oportunidad donde la ingeniería ha propuesto nuevas estructuras e innovaciones que han impactado a diversos sectores en diversas partes del mundo. Por ello, la identificación de las principales áreas y la capacidad de respuesta a diversas situaciones deben ser analizadas para entender la relación con otras disciplinas y los beneficios que se pueden obtener en conjunto.

**Palabras clave**—Ingeniería, Desarrollo, Emprendedurismo, Innovación.

## Introducción

Cuando se habla de ingeniería se comprende desde el contexto industrial o empresarial, sin embargo la diversificación de áreas bajo las cuales se puede aplicar esta disciplina comprenden también la salud, tecnología e incluso el cuidado del ambiente. La ingeniería busca solucionar problemas mediante la aplicación de conocimientos de manera efectiva y con los menores costos, por lo que se puede deducir que el ingeniero es el punto de contacto entre las necesidades sociales y empresariales y el conocimiento mismo, por lo que el reto principal es desarrollar la mejor estrategia, metodología o modelo en la solución de problemas particulares.

La constante evolución de los procesos, el libre mercado y los avances en la tecnología han provocado que esta disciplina se adapte de manera inmediata, provocando desarrollo y generación de conocimiento. Es por ello que, ante tal panorama, se tengan investigaciones e incluso programas académicos de carácter ingenieril basados en nuevos requerimientos y no solo aquellos tradicionales enfocados al sector industrial. El reto al que se ha enfrentado la ingeniería es lograr la solución de problemas en lapsos de tiempo cortos e incluso con recursos limitados, por lo que es recomendable enfocar los esfuerzos en aquellas áreas de mayor atención, rezago e impacto, con el objetivo de propiciar mejores condiciones de vida y niveles de competitividad óptimos.

## Marco Teórico

### Concepto

La ingeniería tiene sus orígenes con las civilizaciones antiguas, en las que las construcciones llevaron a la aplicación de conocimientos y técnicas que hoy en día conocemos como parte de esta disciplina. Desde el concepto etimológico proviene del vocablo latino “ingenium”, que hace referencia a máquinas y artefactos mecánicos, pero que también alude a la capacidad de las personas para poder crear y diseñar.

Por ello, la ingeniería es el arte de dirigir los recursos necesarios para uso y conveniencia del hombre, según la definición de Tredgold en 1828. De la misma forma un ingeniero es la persona que se ha especializado en la ejecución de las ciencias, que construye objetos y productos tecnológicos así como procesos y proyectos en beneficio de la humanidad (Wright, 2002)

---

<sup>1</sup> El Mtro. Sergio Raúl López Nieto es docente online del Instituto de Estudios Universitarios plantel Puebla.  
[sergio.lopez@ieu.edu.mx](mailto:sergio.lopez@ieu.edu.mx)

<sup>2</sup> El Mtro. Alejandro Fernández Merino es autor de contenidos del Instituto de Estudios Universitarios plantel Puebla.  
[alejandro.fernandez@ieu.edu.mx](mailto:alejandro.fernandez@ieu.edu.mx)

<sup>3</sup> El Mtro. Pablo Torres Múgica es docente online del Instituto de Estudios Universitarios plantel Puebla.  
[pablo.torres@ieu.edu.mx](mailto:pablo.torres@ieu.edu.mx)

<sup>4</sup> La Mtra. María Dolores Absalón Fernández es docente online del Instituto de Estudios Universitarios plantel Puebla.  
[maria.absalon@ieu.edu.mx](mailto:maria.absalon@ieu.edu.mx)

*Ramas de la ingeniería*

Partiendo del concepto de la ingeniería, surge la diversificación de esta disciplina en diversas ramas que se especializan en el entendimiento y aplicación de sectores y procesos particulares, las principales se resumen en la siguiente tabla:

Rama	Campo de aplicación
Ingeniería Civil	Estudios de factibilidad, desarrollo y construcción de obras civiles, hidráulicas, viales o urbanistas. Se requieren conocimientos sobre materiales y sus propiedades principales.
Ingeniería Mecánica	Aplica los principios de la física, mecánica, termodinámica y mecánica de fluidos en el diseño de sistemas mecánicos como aquellos que se utilizan en la fabricación de máquinas y equipos.
Ingeniería Eléctrica	Su campo de aplicación se centra en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en diversas áreas como la productiva, de transporte, iluminación, etc.
Ingeniería Electrónica	La electrónica al ser una rama de la física, busca el aprovechamiento de las cargas electrónicas en diversos materiales y elementos mediante la transmisión de energía para recibir y procesar información; el uso más común está en las telecomunicaciones, automatización e industrial.
Ingeniería Química	Se encarga de diseñar, mantener, evaluar, optimizar y operar en aquellas áreas de empresas donde se requieran transformaciones físicas y químicas de la materia para obtener un resultado como la farmacéutica, petroquímica, minera, alimentos, etc.
Ingeniería Industrial	Se centra en el desarrollo, diseño, instalación y operación de sistemas que integran a personas, máquinas e información en la producción de bienes y servicios.
Ingeniería Ambiental	Estudia las problemáticas del planeta de una forma científica e integrada, buscando la conservación de los recursos naturales
Ingeniería Biomédica	Aplica los principios ingenieriles y las técnicas de creación instrumental tecnológica en el campo de la biología y la medicina.

Tabla 1. Principales ramas de la ingeniería y sus campos de aplicación

Fuente: Elaboración propia

Existen muchas otras ramas de la ingeniería que también se centran en el desarrollo de nuevos procesos o productos que buscan y promueven la creación de mejores ambientes y condiciones de vida para los seres humanos.

**Descripción del Método**

Para entender la forma en que la ingeniería ha impactado a las situaciones actuales que se presentan en diversos contextos el método de análisis a desarrollar es el siguiente:

- Identificar los principales desarrollos y aportaciones que se han generado desde el enfoque ingenieril, mediante la revisión teórica de publicaciones.
- Detectar aquellas ramas de la ingeniería con mayor impacto y el enfoque universitario que se está generando en las mismas.
- Realizar una propuesta sobre aquellas áreas de oportunidad para las universidades y centros de investigación en el contexto de la ingeniería como una de las estrategias principales para poder enfrentar la realidad actual y una perspectiva hacia el 2030, todo lo anterior considerando a México.

Los datos recabados son los siguientes:

En el ámbito de la ingeniería civil el proyecto del Puente Baluarte Bicentenario ubicado entre los límites de Durango y Sinaloa, es un referente por ser una infraestructura colgante de amplia longitud con 1,121 metros y de gran altura (402 metros), el cual se desarrolló entre 2008 y 2012 a cargo de Salvador Sánchez Nuñez y que es una de las obras más grandes de México y América Latina (AMIVTAC, 2017).

En el ámbito de la industria aeroespacial, México concentra este clúster en los estados de Baja California, Sonora, Querétaro, Chihuahua y Nuevo León, y a pesar de enfrentar los retos de productividad y desarrollo las aportaciones han sido limitadas puesto que no se han generado proyectos propios, todos los esfuerzos se han centrado en la manufactura para otras naciones (SEGOB, 2020).

Desde la perspectiva biomédica, se puede mencionar la reciente creación de los ventiladores pulmonares mecánicos desarrollados por investigadores del Instituto Politécnico Nacional y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, que concentró el talento de ingenieros biomédicos, mecánicos, de desarrollo de software y computación para crear una alternativa económica que pueda ser utilizada ante la pandemia por COVID 19 (IPN, 2020).

En la división de la Ingeniería de Sistemas, la mexicana Norha Milena Villegas innovó en la forma en que funcionan los softwares durante su uso, ya sea expandiéndose o contrayéndose dependiendo de la cantidad de usuarios, así como la incorporación de un software que notifica cuando algún sistema está a punto de colapsar o fallar, esto le valió que en 2015 fuera considerada dentro de los 10 mejores ingenieros del mundo por el IEEE (UVG, 2019).

La ingeniería ambiental y química han sumado esfuerzos para producir energía renovable a partir de lodos generados en algunas plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). El proyecto mexicano consiste en un tratamiento físico-químico que busca minimizar y convertir biosólidos en energía verde con el objetivo de reducir costos de operación en las PTAR (Mantilla, Sandoval, & Ramírez, 2017).

Por su parte, la ingeniería electrónica ha tenido una importante aplicación en el sector automotriz como lo muestra la empresa Valeo Climate Control de México S.A. de C.V., que fue reconocida en 2014 como una de las proveedoras de autopartes con mayor crecimiento a nivel mundial y que esperaba para 2019 un incremento al doble. Además se trabaja en proyectos estudiantiles donde la electrónica se aplica en la agronomía, comunicaciones, robótica e incluso medicina, como por ejemplo un invernadero inteligente, un electrocardiógrafo que implementa la bioelectrónica y la telemetría en un sistema de vigilancia a distancia (Vivero, 2018).

La ingeniería industrial por su parte, ha trabajado en diversos aspectos y áreas empresariales derivado de la diversificación de conocimientos que se abordan durante la formación profesional, los principales se enfocan en la mejora de los procesos mediante la implementación de modelos, herramientas y metodologías en las áreas operativas y administrativas, que han llevado a eficientar el uso de recursos e incrementado la productividad (ASIBEI, 2014).

Complementando los casos de éxito anteriores, basados en la ingeniería, se ha incrementado en un 30% el impacto de publicaciones e investigaciones relacionadas con esta rama en el primer semestre de 2020 comparado con 2019, esto ha propiciado que mayor cantidad de personas se interesen en estudiar algún tipo de profesión relacionada con esta disciplina (DYNA Management, 2020).

De acuerdo con un estudio realizado en México en el periodo 2014 y 2015, el crecimiento de alumnos matriculados en carreras relacionadas con la ingeniería ha sido gradual y significativo, por lo que para ese periodo se identificaban 33 áreas de ingeniería, entre las que destacan Ingeniería Industrial con 202,237 estudiantes; Ingeniería en Sistemas Computacionales con 176,618; Ingeniería en Gestión y Finanzas con 97,064 alumnos; Ingeniería Mecánica y Eléctrica con 82,931 y finalmente Ingeniería en Construcción con 77,508 (ANFEI, 2019).

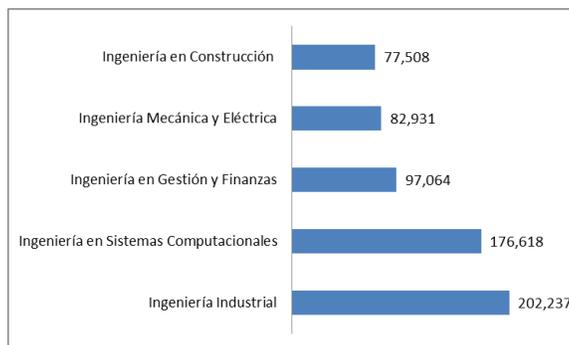


Gráfico 1. Principales carreras de Ingeniería en México y número de alumnos matriculados (2014-2015)

Fuente: Elaboración propia con datos de ANFEI

A nivel educativo, en México para el año 2015 se tenían 108 programas de ingeniería que se ofertaban en 1,032 universidades en las modalidades escolarizada, no escolarizada y mixta, representando el 18% de la matrícula en instituciones privadas y el 82% restante en instituciones públicas (ANFEI, 2019).

Respecto a los estados donde se concentra el mayor número de jóvenes estudiantes de alguna carrera relacionada con ingeniería, se mencionan principalmente Veracruz, Estado de México, Ciudad de México, Guanajuato y Puebla (ANFEI, 2019).

Ante el panorama educativo, es recomendable el desarrollo de estrategias que puedan generar programas educativos basados en las necesidades actuales de las empresas y el contexto mexicano, que proporcionen a los estudiantes y profesionistas las herramientas necesarias para impactar los ámbitos en los que se desarrollarán, que en su mayoría son dinámicos y que avanzan a pasos agigantados en conjunto con la tecnología, por lo que hoy también se habla de la industria 4.0 donde la asociación de conocimientos e innovación proveen de métodos, técnicas, modelos, máquinas y equipos con una mayor capacidad de respuesta a problemas complejos en diversas áreas de aplicación.

### Conclusiones y recomendaciones

La ingeniería es una de las áreas que mayor impacto genera en la sociedad por las diversas actividades en las que puede emplearse, principalmente aquellas del sector empresarial manufacturero, de servicios e incluso algunas áreas gubernamentales.

La creciente necesidad de atender efectivamente los problemas que se presentan día a día lleva a la necesidad de formar profesionistas capaces de responder a los retos actuales y futuros; en este contexto el trabajo conjunto entre empresas y universidades debe ser basado en la generación de estrategias funcionales que provean de los conocimientos necesarios e incluso actualización de los mismos, con una formación constante.

La ingeniería ha dado respuesta a muchas problemáticas a nivel global, sin embargo en México el impacto ha sido menor, puesto que la asignación de recursos a investigación es limitada y, en algunas ocasiones, se centra en otras áreas como la salud. Además, en el país se tienen sectores como el automotriz y el aeroespacial donde solo se manufactura con base en los lineamientos y requisiciones de otras naciones, dejando de lado el proceso de creación interno y la generación de propuestas.

Por lo anterior, derivado de las posturas y propuestas de diversos autores como González (2015), Salazar (2014), y Aguilar (2017) las tendencias y retos en las áreas de ingeniería para los próximos años se centran en:

Área	Integración y enfoque
Manufactura	Para potenciar los sistemas productivos mediante un enfoque de mejora constante mediante metodologías efectivas derivadas del sector y tamaño de empresa
Recursos humanos	Reconociendo las nuevas normas que ahora se enfocan en preservar la seguridad de los colaboradores desde diversas aristas, considerando al capital humano como el mayor activo de las empresas.
Tecnología	Con el manejo y conocimiento de las TIC's, que implementadas a las máquinas y equipos permiten un mejor control de los productos y las operaciones
Compatibilidad ambiental	Aplicando tecnología sustentable y las normas necesarias que promuevan el menor deterioro al ambiente. Así como utilizar energías limpias en los procesos productivos.
Reconfiguración de empresas	Desde el enfoque de la reingeniería de los procesos y mejora continua.
Innovación	Aplicando y desarrollando nuevos modelos que al ser implementados en cualquier contexto, propicien beneficios sociales, económicos y de competitividad.
Emprendedurismo	Mediante la proposición de nuevas ideas de negocio basadas en las necesidades actuales de los mercados y áreas de impacto.

Tabla 2. Áreas ingenieriles con mayor impacto hacia 2030

Fuente: Elaboración propia

Con lo anterior, las universidades tienen en reto de trabajar en el aprendizaje conceptual y en el desarrollo de las siguientes habilidades (Capote, 2016):

- Numéricas: mediante la aplicación de modelos matemáticos en la solución de problemas.
- Orden y organización: en el manejo de operaciones y personal.
- Liderazgo: puesto que en cualquier ámbito se trabaja con equipos para el alcance de metas.
- Compromiso social: puesto que debe existir responsabilidad hacia el cuidado del ambiente y preservar la salud y seguridad de las personas
- Adaptabilidad: Con los constantes cambios el ingeniero debe tener una visión mayor sobre la incorporación de nuevas estructuras y tecnología a los diversos ambientes.

Además el enfoque debe basarse en un aprendizaje significativo, basado en competencias donde se pueda visualizar la aplicación práctica y real de los conceptos teóricos.

Estas competencias y habilidades deben desarrollarse de forma general en todas las áreas y ramas de la ingeniería (Rascón, s/a), sin embargo, acorde con la tendencia de requerimientos del mercado las que requerirían de un mayor enfoque son:

- Ingeniería mecánica: por la habilidad para desarrollar diferentes tareas relacionadas con la instalación y montaje industrial así como innovación tecnológica.
- Ingeniería del software: puesto que las áreas de aplicación son diversas como negocios, bancos, meteorología, desarrollo de redes, etc.
- Ingeniería civil: por la proyección de obras de construcción y la aplicación de cálculos para medir resistencia y funcionalidad.
- Ingeniería industrial; ya que los conocimientos aprendidos se pueden aplicar en diversos sectores como salud, comunicación, calidad, planeación, ergonomía, etc.
- Ingeniería ambiental: por la demanda de generación de energías alternativas ante el daño ambiental que se ha intensificado en los últimos años.
- Ingeniería química: por su multiplicidad de aplicación en el diseño de equipos, desarrollo de productos y estrategias de control ambiental.

Aunado a lo anterior, datos de la Secretaría de Economía (DataMéxico, 2020) reflejan que las carreras de ingenierías son de las mejor pagadas en el país, oscilando entre 15,000 y 65,000, además de ser las profesiones con mayor demanda después de medicina y finanzas.

### Referencias bibliográficas

- Aguilar, M., & Delgado, A. (2017). Conocimiento e innovación tecnológica en la ingeniería industrial. *Revista de Ingeniería Industrial*, 19-40.
- AMIVTAC. (2017). *Décima novena reunión nacional de vías terrestres. "Movilidad, factor detonante para el progreso de México"*. México.
- ANFEL (2019). *Ingeniería Industrial en México 2030: Escenarios de futuro*. México: ANFEL.
- ASIBEI. (3 de Junio de 2014). *Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza en la Ingeniería*. Recuperado el 20 de Julio de 2020, de Tendencias en la formación de ingenieros en Iberoamérica: <https://www.asibei.net/publicaciones.html>
- Capote, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Universidad y Sociedad*, 21-28.
- DataMéxico. (2020). *DataMexico.org*. Recuperado el 21 de julio de 2020, de <https://datamexico.org/es/profile/occupation/auxiliares-y-tecnicos-en-ciencias-exactas-biologicas-ingenieria-informatica-y-en-telecomunicaciones>
- DYNA Management. (2020). *Revista DYNA Management*. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de <https://www.dyna-management.com/inicio-management>
- González, D. (2015). Prospectiva de la ingeniería industrial hacia el 2020. *Revista UPIICSA XII*, 25-35.
- IPN. (2020). *Instituto Politécnico Nacional*. Recuperado el 21 de julio de 2020, de <https://www.ipn.mx/imageninstitucional/comunicados/ver-comunicado.html?y=2020&n=60>
- Mantilla, G., Sandoval, L., & Ramírez, E. (2017). *Energía limpia del agua sucia: aprovechamiento de lodos residuales*. México: Asociación Mexicana de Tecnología del Agua.
- Rascón, O. (s/a). *AI.org*. Recuperado el 20 de julio de 2020, de Panorama de la ingeniería en México y el mundo: [https://www.ai.org.mx/sites/default/files/25.\\_panorama\\_de\\_la\\_ingenieria.pdf](https://www.ai.org.mx/sites/default/files/25._panorama_de_la_ingenieria.pdf)
- Salazar, M. (2014). Evolución de la ingeniería en México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 13, 1-12.
- SEGOB. (2020). *Gobierno de México*. Recuperado el 21 de julio de 2020, de Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeroespacial: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58802/Plan\\_Estrat\\_gico\\_de\\_la\\_Industria\\_Aeroespacial\\_junio.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58802/Plan_Estrat_gico_de_la_Industria_Aeroespacial_junio.pdf)
- UVG. (15 de Enero de 2019). *Universidad Valle del Grijalva*. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de 4 Aportaciones a la sociedad desde la ingeniería de sistemas: <https://www.uvg.edu.mx/blog/index.php/4-aporaciones-a-la-sociedad-desde-la-ingenieria-en-sistemas/>
- Vivero, R. (2018). Cluster Automotriz de Querétaro. *Cluster Industrial*, 60-64.
- Wright, P. (2002). *Introduction to engineering*. Estados Unidos: John Wile & Sons Inc.

# APLICACIÓN DE UNA HOJA DE CÁLCULO PARA EL APRENDIZAJE DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Mario Sigifredo López Romero<sup>1</sup>, Doc. Sulpicio Sánchez Tizapa<sup>2</sup>

**Resumen**— El avance y desarrollo tecnológico es cada vez más útil para el aprendizaje de los estudiantes de distintas profesiones, por ello su implementación en la enseñanza es de suma importancia. Bajo esta consideración el artículo presenta el análisis de vigas y marcos hiperestáticos con el apoyo de la herramienta digital Excel. De acuerdo con el contenido de la asignatura de Fundamentos de análisis estructural se presenta la teoría básica de los métodos de pendiente-deflexión, de distribución de momentos y rigidez., así como las características del programa Excel. En la parte de resultados se muestra la implementación de los diferentes algoritmos de cada método, considerando que el vector de datos puede modificarse. Todas las operaciones están definidas y visibles en las celdas. Los valores de las reacciones son comparados con los obtenidos de dos softwares, uno educativo y el otro comercial. Esta herramienta es útil para el proceso aprendizaje-enseñanza considerando la tendencia de la educación en línea y la situación mundial causada por el coronavirus.

**Palabras clave**—Análisis estructural, pendiente-deflexión, distribución de momentos, rigideces, Excel.

## Introducción

Con el avance de la tecnología y su alto impacto en la sociedad, además de las facilidades que brinda, es importante incorporarla en la educación. Su importancia no queda solo en la facilitación de las cosas, sino que, debido a la situación originada por la pandemia de Covid-19, es posible continuar con el desarrollo académico aprendizaje enseñanza.

En el campo de la docencia, el análisis de estructuras es muy importante en la ingeniería civil, porque es necesario para el diseño de estructuras de concreto reforzado o de acero, diseño de puentes, etc. En esta actividad calculan las fuerzas internas de la estructura debido al peso y acciones actuantes.

Por otro lado, combinando la oferta de las herramientas digitales y la necesidad de la sociedad, las primeras se utilizan en todos los campos de la actividad humana, un caso es el software para facilitar diseños de ingeniería, diseños de productos comerciales, trazador de planos, etc.

Una de las ventajas para los estudiantes de la asignatura de Fundamentos de Análisis Estructural al utilizar Excel, es comprender mejor y entender más rápido el procedimiento en la resolución de problemas. Además, la aplicación realiza operaciones de suma, resta, multiplicación e inversión de matrices, las cuales se utilizan en los diferentes métodos presentados.

El objetivo del estudio es desarrollar una hoja de cálculo de tal forma que los estudiantes aprendan a analizar estructuras simples de forma sencilla, semimanual, evitando el uso de papel, lápiz, calculadora, incluso el borrador en los casos en que se cometan errores.

## Descripción del Método

A continuación, se presentan brevemente la teoría básica de los tres métodos de análisis estructural.

### *Método de pendiente-deflexión*

Este método calcula los momentos flexionantes en una estructura en la que se restringen las deformaciones y en corregir los desequilibrios resultantes imponiendo rotaciones y desplazamientos lineales en los nodos de la estructura. Es aplicable a vigas y marcos. Los nodos de la estructura cargada presentan giros desconocidos, los cuales se conocen como grados de libertad.

Planteamiento del método.

- Se desarrollan las ecuaciones de los momentos de barra sobre apoyo en los extremos de cada miembro de la estructura utilizando las ecuaciones de pendiente-deflexión. Las ecuaciones quedan expresados en términos de las rotaciones  $\Theta$  en los extremos y de los desplazamientos lineales  $\Delta$ .
- Se plantea una ecuación de equilibrio en cada nodo de la estructura y una ecuación de equilibrio de fuerzas horizontales en cada piso, en el caso de marcos con desplazamiento lateral. Al establecer estas ecuaciones, se obtiene un sistema de ecuaciones de un número igual a los grados de libertad de la estructura.

<sup>1</sup> Mario sigifredo López Romero, pasante de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Guerrero, Guerrero. 17002305@uagrovirtual.mx

<sup>2</sup> Doc. Sulpicio Sánchez Tizapa, Profesor de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Guerrero, México. sstizapa@uagro.mx

- Se calculan los momentos finales sustituyendo los valores de  $\Theta$  y de  $\Delta$ , obtenidos en el paso anterior, en las ecuaciones planteadas en el primer paso.

*Método de distribución de momentos*

Este es un método de aproximaciones sucesivas que pueden realizarse con el grado de precisión deseado, al suponer que cada junta de la estructura está fija y calcular sus factores de rigidez,  $K$ , para cada claro. Con estos valores es posible determinar los factores de distribución ( $F_d$ ). Después se obtienen los momentos en los extremos fijos, se liberan y boquean sucesivamente los nodos hasta distribuir y equilibrar los momentos internos hasta alcanzar el equilibrio.

*Método de la rigidez*

Para aplicar este método se necesitan determinar primero los desplazamientos desconocidos, que son las incógnitas del problema, y utilizar las relaciones esfuerzo-deformación del material. Las fuerzas internas de la estructura se pueden expresar en función de estos desplazamientos.

Por cada componente de desplazamiento desconocida, se establece una ecuación de equilibrio en función de las fuerzas externas conocidas y de las fuerzas internas no conocidas, las cuales están expresadas términos de los desplazamientos. Posteriormente, se forma un sistema de ecuaciones cuyo número es igual al número de componentes de desplazamiento desconocidas. La solución del sistema permite conocer los valores de los desplazamientos, con los que se calculan las fuerzas internas.

*Microsoft Excel*

Entre las características que ofrece esta herramienta se encuentra la gestión de tablas, formatos y fórmulas matemáticas, así como funciones programadas, y su correspondiente conversión a gráficos de diversa naturaleza. También cuenta con un sistema de macros o fórmulas automatizadas, que permiten su empleo con fines de algoritmos y programación.

La característica principal de Excel es que la pantalla principal muestra una matriz de dos dimensiones, es decir, está formada por columnas y filas. De esta manera se forman pequeños recuadros que conocemos como celdas donde cada una de ellas tendrá una dirección única que estará conformada por la columna y la fila a la que pertenece, es decir, la dirección es una letra (columna) y un número (fila). Por ejemplo, la celda superior izquierda de la matriz tiene la dirección A1.

**Resultados**

Del material utilizado en el curso se seleccionaron tres estructuras para analizar: dos vigas y un marco sin desplazamiento lateral. Las vigas se calcularon con los métodos de pendiente-deflexión y distribución de momentos, y el marco con el método de las rigideces.

Método pendiente-deflexión. Primeramente se procede a encontrar los momentos de empotramiento debidos a las cargas externas (Figura 2.a, 2.b, 2.c). Después se desarrollan las ecuaciones de pendiente-deflexión con los datos de la estructura (longitud, carga, módulo elástico e inercia), además de los momentos de empotramiento (Figura 3).

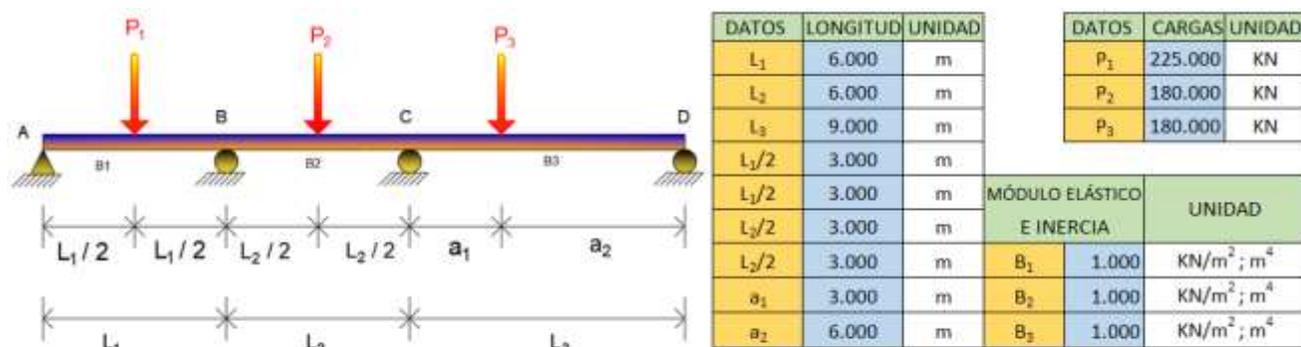


Figura 1. Estructura analizada

Elemento A-B

$$ME_{BA} = \frac{3P_1L_1}{16}$$

Figura 2.a

Elemento B-C

$$ME_{BC} = -\frac{P_2L_2}{8} ; ME_{CB} = \frac{P_2L_2}{8}$$

Figura 2.b

Elemento C-D

$$ME_{CD} = -\left(\frac{P_3}{L_3^2}\right)[a_2^2a_1 + \frac{a_1^2(a_2)}{2}]$$

Figura 2.c

Elemento A-B

$$M_{BA} = \frac{3EI}{L_1}(\theta_B) + ME_{BA}$$

Elemento B-C

$$M_{BC} = \frac{2EI}{L_2}(2\theta_B + \theta_C) - ME_{BC} ; M_{CB} = \frac{2EI}{L_2}(\theta_B + 2\theta_C) + ME_{CB}$$

Elemento C-D

$$M_{CD} = \frac{3EI}{L_3}(\theta_C) - ME_{CD}$$

	$\theta_B$	$\theta_C$	M
$M_{BA} =$	0.500		253.125
$M_{BC} =$	0.667	0.333	-135.000
$M_{CB} =$	0.333	0.667	135.000
$M_{CD} =$		0.333	-300.000

Figura 3

Luego se realiza la suma de momentos en cada uno de los nodos con las ecuaciones mencionadas (Figura 4), procediendo a encontrar el valor de las incógnitas, mediante la inversión y multiplicación de matrices (Figura 5). Una vez obtenido los giros desconocidos, se sustituyen sus valores en las ecuaciones de pendiente-deflexión y se encuentran los momentos actuantes (Figura 6). Posteriormente se calculan las reacciones y cortantes (Figura 7).

$\Sigma M_B = 0$

	$\theta_B$	$\theta_C$	M
$\Sigma M_B =$	1.167	0.333	-118.125

$M_{BA} + M_{BC} = 0$

$\Sigma M_C = 0$

	$\theta_B$	$\theta_C$	M
$\Sigma M_C =$	0.333	1.000	165.000

$M_{CB} + M_{CD} = 0$

Figura 4

$\theta_B$	$\theta_C$	
1.167	0.333	=
0.333	1.000	-118.125
		165.000

MATRIZ INVERSA

$\theta_B$	$\theta_C$
0.947	-0.316
-0.316	1.105

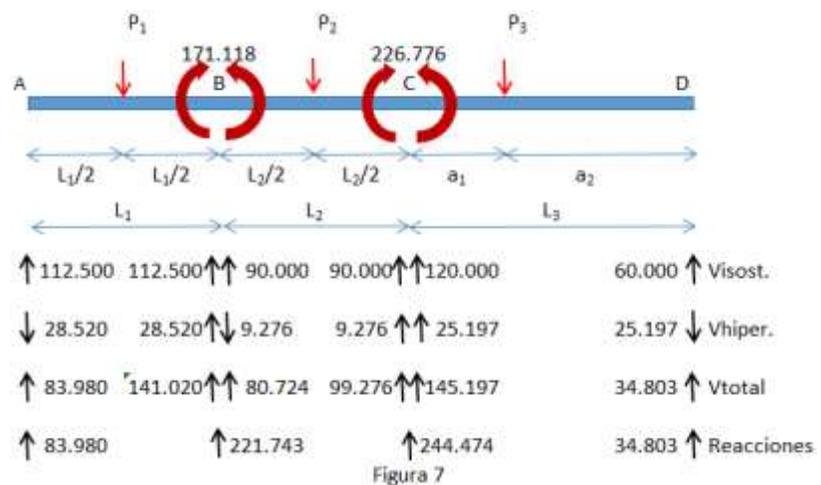
Solución del sistema

$\theta_B$	-164.013
$\theta_C$	219.671

Figura 5

$M_{BA} =$	171.118
$M_{BC} =$	-171.118
$M_{CB} =$	226.776
$M_{CD} =$	-226.776

Figura 6



Método de distribución de momentos. Primeramente se calcularon las rigideces de cada elemento y la rigidez de cada unión de los extremos, así como los factores de distribución. Ahora se calculan los momentos de empotramiento perfecto en cada extremo de manera usual.

Ahora se equilibran los momentos de empotre; el resultado se multiplica por el factor de distribución para así hallar el momento que se distribuirá a los de transporte. Todos estos pasos se encuentran en la figura 10. Po último se procede a obtener las reacciones y cortantes que actúan en la viga (Figura 11).

DATOS	LONGITUD	UNIDAD	DATOS	CARGA	UNIDAD
$L_1$	3.670	m	W	1.310	ton/m

DATOS DE INERCIA	UNIDAD	MÓDULO ELÁSTICO	UNIDAD
$B_1$	3.670	$m^4$	$B_1$ 1.000 ton/m <sup>2</sup>
$B_2$	3.670	$m^4$	$B_2$ 1.000 ton/m <sup>2</sup>
$B_3$	3.670	$m^4$	$B_3$ 1.000 ton/m <sup>2</sup>

Figura 8.

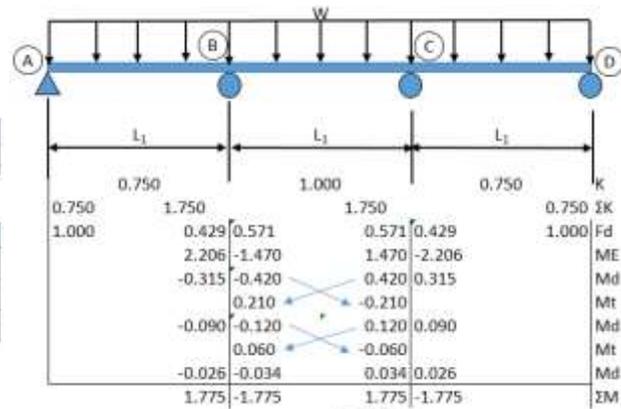


Figura 9

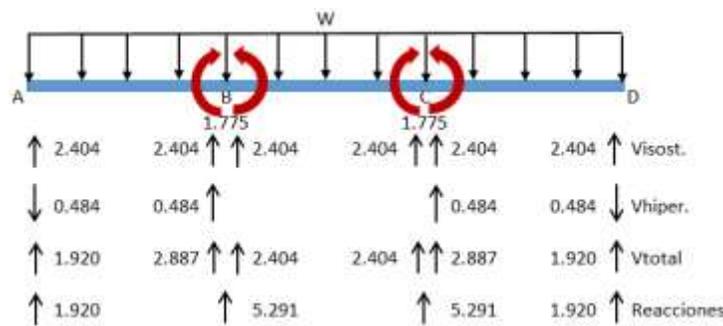


Figura 10

Método de las rigideces. Se obtiene la matriz rigidez local de cada elemento entre apoyos y después la obtención de los giros globales y locales del elemento para identificar los desplazamientos desconocidos en la viga. La figura en color azul presenta los giros globales en la estructura, y los elementos de color morado, los locales de cada elemento de ésta (Figura 13).

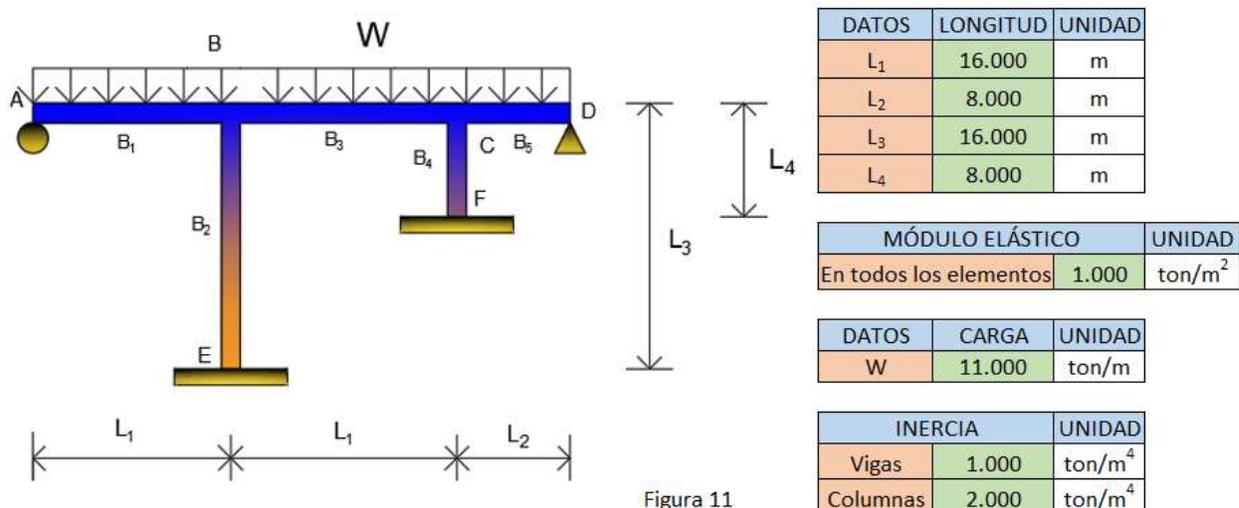
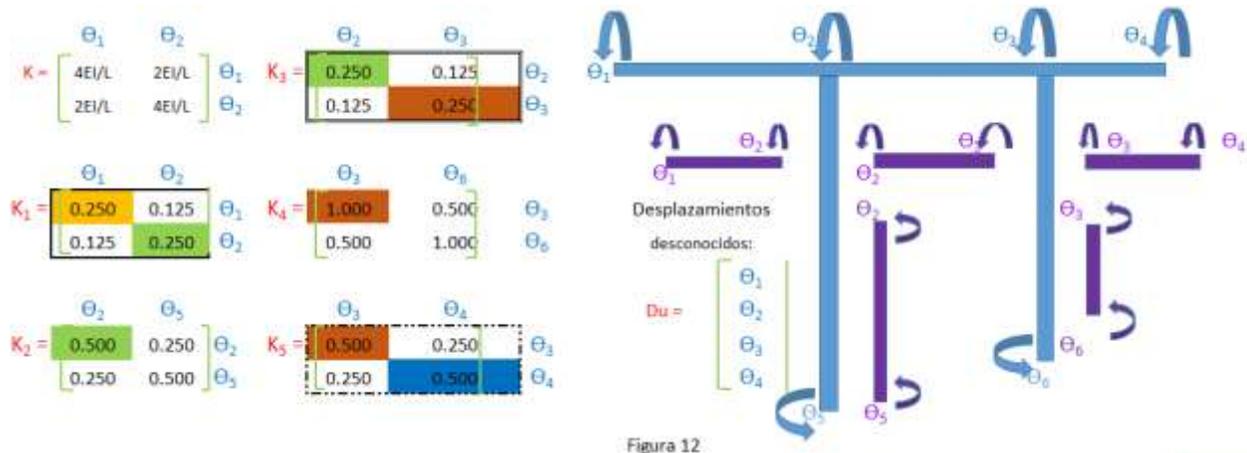
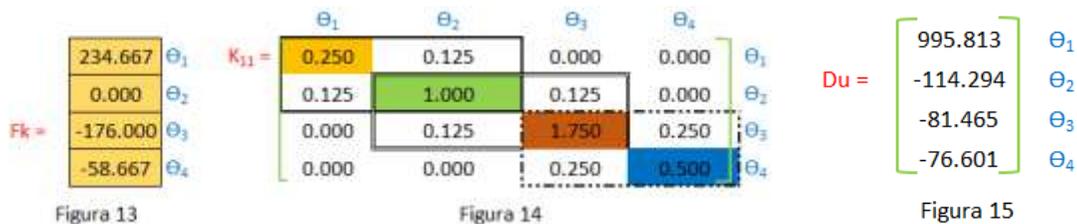


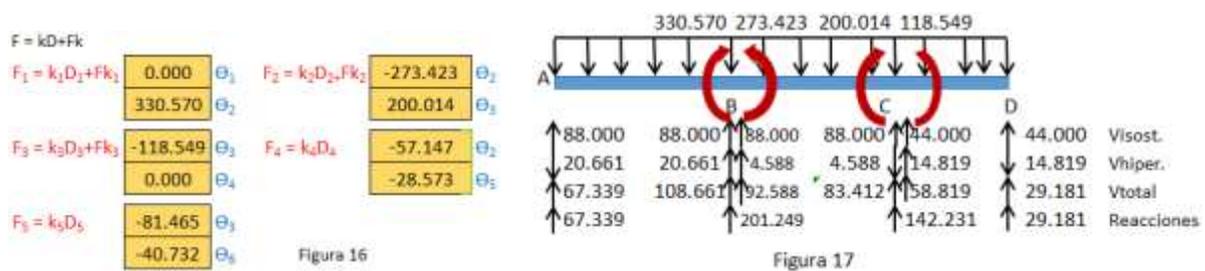
Figura 11



Ahora se obtiene la matriz de carga del sistema sumando los momentos de extremo fijo (con signo cambiado) que actúan en cada junta o extremo (Figura 14). A continuación, se calcula la matriz de rigidez general de la estructura, armada con las matrices locales de cada elemento, en los cuales, los cuadros de color son los que pertenecen a los giros desconocidos (Figura 15), para posteriormente obtener el valor de los desplazamientos desconocidos (fuerzas internas) con el producto matricial de éstas (Figura 16).



Después, se procede a hallar los giros locales en cada elemento del marco (Figura 17). Por último, se encuentra el valor de los cortantes y reacciones con las cargas externas que actúan en la estructura y con los giros locales (Figura 18).



Comparación de resultados

Los resultados obtenidos fueron parecidos a los obtenidos mediante un software educativo (Linpro) y comercial (Etabs), como se muestra en las tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1. Comparación de reacciones obtenidas con el método de Pendiente-deflexión

Aplicación	A	B	C	D
Excel	83.980	221.743	244.474	34.803
Etabs	83.980	221.740	244.470	34.800
LinPro	83.980	221.740	244.470	34.800

Valores en Kilo Newtons

Tabla 2. Comparación con el método de distribución de momentos

Aplicación	A	B	C	D
Excel	1.920	5.291	5.291	1.920
Etabs	1.920	5.290	5.290	1.920
LinPro	1.920	5.290	5.290	1.920

Valores en toneladas

Tabla 3. Comparación con el método de las rigideces

Aplicación	Reacción vertical				Reacción horizontal		
	En A	En E	En F	En D	En E	En F	En D
Excel	67.339	201.249	142.231	29.181	5.358	15.275	20.632
Etabs	67.340	201.250	142.230	29.180	5.360	15.270	20.630
LinPro	67.340	201.250	142.230	29.180	5.360	15.270	20.630

Valores en toneladas

### Conclusiones

El uso de la tecnología tanto en lo académico como profesional facilita el trabajo al realizar alguna actividad, debido a que cuenta con herramientas muy avanzadas.

En la aplicación Excel es posible visualizar los cálculos realizados por lo que aumenta la comprensión e interpretación de la información, además permite la manipulación de arreglos. Por sus características fue seleccionado para desarrollar ejemplos de análisis estructural como apoyo a la docencia en nivel de licenciatura, a diferencia del software comercial que es una caja negra, el estudiante aprende realizando los cálculos de manera semi manual en estructuras simples; así descubre las diferentes formas y procedimientos en los diferentes métodos de análisis estructural. También visualiza los efectos internos de las cargas actuantes.

Por otro lado, la comparación de entre valores obtenidos con aplicaciones especializadas muestran una aproximación adecuada.

El objetivo planteado fue posible cumplirlo al elaborar tres hojas de cálculo para tres ejemplos diferentes y resueltos mediante tres métodos clásicos de análisis estructural.

Herramientas de este tipo son necesarias considerando para el proceso de aprendizaje-enseñanza, el desarrollo tecnológico, la tendencia actual de educación en línea y la situación mundial causada por el coronavirus.

### Referencias bibliográficas

Hibbeler, Russell C. (2012), "Análisis estructural 8<sup>va</sup> Edición", México, Ed. Pearson.

Luthé García, Rodolfo (1976), "Análisis estructural", México, Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México.

González Cuevas, Oscar Manuel (2002), "Análisis estructural 1<sup>ra</sup> Edición", México, Ed. Limusa.

Microsoft. Microsoft Excel (2019).

Sánchez Tizapa, Sulpicio (2019), Apuntes del curso "Fundamentos de Análisis Estructural".

Autodesk, AutoCAD (2020).

### Notas Biográficas

El C. **Mario Sigifredo López Romero**. Estudiante de octavo semestre del Programa Educativo Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro).

El **Dr. Sulpicio Sánchez Tizapa**. Obtuvo el grado de Ingeniero Civil en el Instituto Tecnológico de Chilpancingo r 1992 y el grado de Maestría en Ingeniería en la UNAM. En el año2009 obtuvo el Doctorado en Ingeniería Civil en la Universidad Paris-Este. Es miembro del cuerpo académico consolidado CA-UAGRO-93 Riesgos Naturales y Geotecnología, pertenece al Núcleo Básico de la Maestría en Ingeniería para la Innovación y Desarrollo Tecnológico (PNPC). Desarrollo de investigación en: comportamiento estructural, peligro sísmico y vulnerabilidad, uso de SIG para la representación de riesgo sísmico e inundaciones.

# RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CUASI-REALES MEDIANTE MODELIZACIÓN MATEMÁTICA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS Y ADQUISICIÓN DE ATRIBUTOS DE EGRESO EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Dra. Rubí Concepción López Sánchez<sup>1</sup>, Dra. Elizabeth del Rosario Vázquez Borges<sup>2</sup>, Dra. Liliana San Pedro Cedillo<sup>3</sup>, M.I.C. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé<sup>2</sup>, Dr. Mauricio Gamboa Marrufo<sup>1</sup>

**Resumen**—En este trabajo presentamos los resultados obtenidos del análisis de reportes de estudiantes de ingeniería al resolver un problema cuasi-real. El propósito fue identificar las fases seguidas durante el proceso de modelización matemática y la evaluación de los resultados de aprendizaje en Cálculo de una variable para el desarrollo de competencias. Concluimos que existe evidencia de que la resolución de problemas cuasi-reales incide en la adquisición de atributos de egreso.

**Palabras clave**—problemas cuasi-reales, modelización matemática, ingeniería, competencias, atributos de egreso.

## Introducción

La resolución de problemas en todos los niveles educativos ha representado un reto tanto para alumnos como profesores en el proceso de enseñanza– aprendizaje (E-A) y es un contenido escolar, que contribuye a la formación intelectual y científica de los estudiantes (Castro, 2008).

El interés por la incorporación de la modelización a la práctica escolar surge ante el creciente reconocimiento de la importancia del uso de las matemáticas en la ciencia, tecnología y en la vida cotidiana. La preocupación por la escasa presencia de ejemplos de la vida real en las matemáticas escolares se percibe por Bosch, García, Gascón y Ruiz (2006) y Kaiser y Schwarz (2010) como una falta de vinculación y de transferencia del conocimiento matemático adquirido en la escuela a situaciones propias de tareas profesionales.

En el mismo sentido, Lesh y Zawojewski (2007) comentan que la escuela proporciona a los estudiantes herramientas matemáticas y deja de prepararlos de manera adecuada para el uso de estas en el ámbito profesional. Los egresados presentan dificultades para reconocer las relaciones existentes entre las matemáticas aprendidas en el colegio y las que se utilizan en ambientes reales de resolución de problemas, al presentarse las matemáticas de una forma más compleja, situada y multidisciplinar. Esta percepción, entre otras razones, ha conducido a destacar la capacidad de matematizar como un objetivo último y prioritario de la educación matemática escolar a nivel internacional (OCDE, 2003). Matematizar se entiende como la habilidad de resolver problemas del mundo real a partir de su traducción al mundo matemático (Rico, 2006, 2007) y este concepto es lo que conocemos como Modelización o Modelación Matemática.

Biembengut y Hein (2004, 2007), asume que el proceso de modelización matemática resulta favorecido con el uso del contexto donde viven los estudiantes y de esta manera, la práctica escolar se enriquece para el logro del aprendizaje del conocimiento matemático (Bonotto, 2007). Kaiser y Schwarz (2006), Ortiz, Rico y Castro (2007) coinciden en reconocer la utilidad didáctica de estrategias que incluyan el contexto del estudiante en el proceso de E-A, vinculándola con un aprendizaje significativo. Niss (1989), argumenta que las aplicaciones y la modelización deben ser parte del currículo de matemáticas para ayudar a los estudiantes a la adquisición y entendimiento de conceptos matemáticos, o bien para motivar el estudio de esta disciplina.

Los estudiantes de ingeniería de primer ingreso perciben la importancia del conocimiento de las matemáticas para su formación profesional. En particular, se les presentan dificultades para comprender el Cálculo Diferencial, puesto que representa una materia donde el nivel de análisis es mayor y en muchas ocasiones, los alumnos no le encuentran aplicabilidad en su vida cotidiana (Aguayo, 2010 y Castro, 2008).

<sup>1</sup> Dra. Rubí López, Profesora de Carrera de la UADY. [rlopez@correo.uady.com](mailto:rlopez@correo.uady.com)

<sup>2</sup> Dra. Elizabeth Vázquez, Profesora Investigadora de la UADY. [vborges@correo.uady.com](mailto:vborges@correo.uady.com)

<sup>3</sup> Dra. Liliana Cedillo, Profesora de la UADY. [liliana.cedillo@correo.uady.com](mailto:liliana.cedillo@correo.uady.com)

<sup>2</sup> M.I. Nicolás Zaragoza, Profesor Investigador de la UADY. [zgrife@correo.uady.com](mailto:zgrife@correo.uady.com)

<sup>1</sup> Dr. Mauricio Gamboa, Profesor de Carrera de la UADY. [mgamboa@correo.uady.com](mailto:mgamboa@correo.uady.com)

Una de las dos competencias disciplinares de la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral I que se imparte en el Tronco Común de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán (FIUADY) es “Formular modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería”. Nuestro interés en el desarrollo de este trabajo de investigación es detectar cómo la resolución de problemas cuasi-reales en Cálculo contribuyen al desarrollo de esta competencia disciplinar.

Una estrategia que ayuda a los estudiantes para obtener resultados de aprendizaje son los proyectos de trabajo de forma grupal mediante la resolución de problemas de aplicación inherentes a su carrera, después de revisados los fundamentos teóricos. De esta manera los estudiantes logran consolidar sus conocimientos, al preguntar con mayor libertad, discutir entre ellos los resultados, analizar, criticar y no solamente concentrarse en la resolución de ejercicios desarrollados mecánicamente sin un análisis previo, y sin interpretar los resultados obtenidos (Barca, 2010).

Consideramos también que los proyectos de trabajo en equipo permiten a los estudiantes desarrollar competencias genéricas, así como contribuir a la adquisición de atributos de egreso.

### Metodología

El proyecto de trabajo en equipo consistió en resolver un problema cuasi-real, un problema de planteamiento similar a los presentados en los libros de texto de Cálculo Diferencial e Integral de una variable, pero adaptado al contexto de la vida real de los estudiantes.

El problema cuasi-real consistió en diseñar una red óptima de agua potable: ¿dónde debe situarse la planta de abastecimiento empleando la mínima cantidad de tubería?, para surtir tres o cuatro comunidades aprovechando un recurso natural con el que cuenta el Estado de Yucatán en México, los “cenotes” (proviene de la palabra maya “dzonot” que significa “abismo”; son pozos de agua dulce creados por la erosión de la piedra caliza, suave y porosa).

Se formaron 7 equipos de cuatro o cinco alumnos de las diferentes especialidades en ingeniería que se imparten en la FIUADY (Civil, Física, Mecatrónica y Energías Renovables). Los equipos estuvieron integrados de cuando menos dos especialidades, 4 equipos de 4 integrantes y 3 equipos de 5 integrantes para un total de 31 estudiantes.

Se les proporcionó un cuaderno de trabajo para que siguieran paso a paso las fases del proceso de modelización según Galbraith (2012) y las acciones de cada fase según López, Molina y Castro (2017). Cada equipo debía elaborar un trabajo en formato electrónico y además cada integrante un reporte individual.

Analizamos cada reporte del proyecto por equipo de trabajo con el propósito de determinar las fases y acciones seguidas del proceso de modelización y los elementos que integraron el informe formal del proyecto según indicaciones establecidas:

- Desarrollar el proyecto de trabajo por equipos, siguiendo el proceso de modelización matemática en función de las fases y actividades propuestas en López (2014).
- Metodología de resolución del problema
  - ✓ Fases del proceso de modelización
  - ✓ Uso de tecnología para la resolución
- Reporte formal de la solución
  - ✓ Resumen descriptivo del procedimiento
  - ✓ Limitaciones, validez y significado de la solución
  - ✓ Dificultades y cómo se abordaron
  - ✓ Descripción formal o significado de la solución del problema

Por otra parte, utilizamos la técnica de análisis de contenido (Forcese, 1973) analizando los 31 reportes individuales y obteniendo las unidades de análisis. Nuestras unidades de análisis representarán frases o ítems extraídos de los informes individuales. Éstos según las instrucciones proporcionadas a los estudiantes debían contener los siguientes parámetros o indicadores:

- Las conclusiones y comentarios individuales sobre el desarrollo del proyecto de trabajo.
- La participación de cada uno de los otros integrantes del equipo de trabajo en el desarrollo del proyecto.

### Análisis de Datos y resultados

En la primera parte de nuestro análisis, referente al proyecto de trabajo por equipo, obtuvimos los resultados

que se muestran en la tabla 1.

Fase	Acciones	Equipo						
		1	2	3	4	5	6	7
<b>1</b>	<b>Problema del mundo real</b>							
	Leer y comprender el problema	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Identificar las palabras clave	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Hacer un dibujo esquemático	✓	☒	✓	✓	✓	✓	✓
	Replantear el problema	✓	☒	✓	✓	✓	✓	☒
	Identificar unidades de la solución	✓	☒	✓	✓	✓	✓	✓
<b>2</b>	<b>Hacer suposiciones</b>							
	Identificar y definir variables	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Hacer las suposiciones para abordar el problema matemáticamente	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>3</b>	<b>Formular el problema matemático</b>							
	Formular el modelo que permita dar respuesta al problema	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>4</b>	<b>Resolver el problema matemático</b>							
	Calcular la derivada del modelo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Determinar los números críticos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Verificar los extremos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Identificar los valores que resuelven el problema	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>5</b>	<b>Interpretar la solución</b>							
	Representar gráficamente la solución	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Interpretación de la solución gráfica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Interpretación de la solución simbólica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Relacionar las soluciones gráfica y simbólica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>6</b>	<b>Verificar el modelo</b>							
	Confirmar la validez de la solución	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Identificar limitaciones del modelo o de la solución	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>7</b>	<b>Reportar, Explicar, Predecir</b>							
	Elaborar un informe de la solución encontrada	☒	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 1. Acciones realizadas en los proyectos de trabajo

Observamos que solamente el equipo 1 no elaboró el informe. El equipo 2 realizó solo dos de las 5 acciones de la fase 1 (leer y comprender el problema e identificar las palabras clave) y el equipo 7 solamente le faltó realizar una acción (replanteamiento del problema) de la primera fase.

En lo que respecta a los elementos que deberían integrar el informe del proyecto de trabajo por equipo, según se indica en la sección anterior, obtuvimos la información que aparece reflejada en la tabla 2.

Elementos que integran el informe	Equipo						
	1	2	3	4	5	6	7
Describir la respuesta de la solución	☒	✓	☒	☒	✓	✓	☒
Resumen del procedimiento	☒	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Limitaciones de la solución	☒	☒	✓	✓	✓	✓	✓
Validez de la solución	☒	☒	✓	✓	✓	☒	☒
Significado de la solución	☒	✓	✓	✓	✓	☒	✓
Dificultades surgidas	☒	☒	✓	✓	✓	✓	✓
¿Cómo se abordan las dificultades?	☒	☒	✓	✓	✓	☒	✓
Uso de los gráficos	☒	☒	✓	✓	✓	✓	✓
Interpretación de la solución gráfica de la solución	☒	☒	✓	✓	✓	✓	✓

Número de sesiones formales realizadas para la actividad	3	2	4	3	3	3	3
Uso de tecnología	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 2. Elementos que integran los informes por equipo

Únicamente un equipo (Equipo 5) incluyó todos los elementos solicitados para la elaboración del informe. A dos equipos (3 y 4) les faltó solo expresar con palabras la solución al problema. Al equipo 7 además de este elemento del informe omitió describir el significado de la solución y al equipo 6 la validez y la forma de abordar las dificultades. El informe del equipo 2 resultó bastante incompleto, debido a que solo incluyó 3 de los 9 elementos solicitados. Este equipo como podemos observar en la tabla 2 solamente realizó 2 reuniones formales para el desarrollo del proyecto. Cabe mencionar que se pidió también incluir minutas de las reuniones.

En nuestro caso las unidades de análisis fueron los segmentos del contenido de los reportes individuales, de acuerdo con nuestro interés de investigación y susceptibles de ser expresados y desglosados en categorías y subcategorías según Hernández, Fernández y Baptista (2003).

El análisis de los 31 reportes individuales arrojó en primera instancia 18 elementos comunes o ítems desglosados en la tabla 3, indicando el índice de frecuencia.

N° ítem	Ítem	Índice de frecuencia
1	Aplicaciones del Cálculo en la vida real	25
2	Importancia del trabajo en equipo	24
3	Importancia de organizar actividades	24
4	Aplicación de conocimientos adquiridos a problemas reales	20
5	Importancia del cálculo en las ingenierías	13
6	Importancia de seguir una metodología	6
7	Interesante	6
8	Importante resolver problemas de la vida real	5
9	Experiencia agradable	5
10	Gusto por el tema (responsabilidad social)	5
11	Importancia de seguir lineamientos (estrategia)	4
12	Actividad satisfactoria	3
13	Creatividad (ingenio)	2
14	Actividad motivadora (curiosidad por seguir aprendiendo)	2
15	Disfruté la actividad	1
16	Reto (este tipo de actividades necesitan creatividad)	1
17	Actividad pertinente (responsabilidad social)	1
18	Actividad de investigación (motiva a seguir aprendiendo)	1

Tabla 3. Ítems de los reportes individuales y frecuencia

Realizando una segunda vuelta de análisis de contenido en los reportes individuales, observamos lo referido en la tabla 5, al igual que procedimos a categorizar los elementos.

N°	Ítems 1er análisis	Resultados 2do análisis	Categoría
1	Aplicaciones del Cálculo en la vida real		ApCalPrR
2	Importancia del trabajo en equipo		ImpTrEq

3	Importancia de organizar actividades	Seguir una metodología	ImpMetod
4	Aplicación de conocimientos adquiridos a problemas reales	Conocimientos adquiridos en Cálculo	ApCalPrR
5	Importancia del cálculo en las ingenierías		ImpCalIng
6	Importancia de seguir una metodología		ImpMetod
7	Interesante		ActInter
8	Importante resolver problemas de la vida real	Tener responsabilidad social	ActPerti
9	Experiencia agradable	Actividad satisfactoria	ActSatis
10	Gusto por el tema (responsabilidad social)	Le importan los problemas sociales	ActPerti
11	Importancia de seguir lineamientos (estrategia)	Seguir una metodología	ImpMetod
12	Actividad satisfactoria		ActSatis
13	Creatividad (ingenio)	Actividad motivadora	ActMotiv
14	Actividad motivadora (curiosidad por seguir aprendiendo)		ActMotiv
15	Disfruté la actividad	Representa una actividad satisfactoria	ActSatis
16	Reto (este tipo de actividades necesitan creatividad)	Actividad motivadora	ActMotiv
17	Actividad pertinente (responsabilidad social)		ActPerti
18	Actividad de investigación (motiva a seguir aprendiendo)	Motiva a seguir aprendiendo	ActMotiv

Tabla 4. Resultados segundo análisis y categorización de los ítems

Siguiendo las recomendaciones de Hernández, Fernández y Baptista (2003), con respecto a que las categorías deben ser preferentemente mutuamente excluyentes, realizamos un tercer análisis. Al concluir este análisis se obtuvieron finalmente 7 categorías mutuamente excluyentes y solo una categoría con traslapes (“importancia del Cálculo en las ingenierías”). Este análisis se presenta en la tabla 6, con el índice y el porcentaje de frecuencia en función de los 31 alumnos de la muestra.

Categoría	Índice de frecuencia	% de frecuencia
ApCalPrR	29	94
ImpTrEq	24	77
ImpMetod	24	77
ImpCalIng	14	45
ActPerti	12	39
ActSatis	9	29
ActMotiv	6	19
ActInter	6	19

Tabla 5. Recategorización de los ítems y frecuencia

Observamos que más del 75% de los 31 alumnos indicaron la importancia del trabajo en equipo y de seguir una metodología para el desarrollo de un proyecto. Por otra parte, solamente 2 alumnos no externaron la importancia que tienen las aplicaciones del Análisis Matemático en la resolución de problemas de la vida real. Sin embargo, uno de estos 2 alumnos comentó la importancia del Cálculo en las ingenierías, así como lo importante que representa resolver problemas de la vida real. Es importante hacer notar que de los 13 alumnos restantes de la categoría

correspondiente a la importancia del Cálculo en las ingenierías opinaron también sobre lo importante del cálculo en la resolución de problemas de la vida real.

Por último, agrupamos en dos categorías: importancia y actividad, de 4 subcategorías cada una como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Categorías y subcategorías de los ítems

### Discusión de resultados

La competencia general de la asignatura de Cálculo de una variable es resolver problemas con aplicaciones a la ingeniería, representados por modelos matemáticos, utilizando conceptos de cálculo diferencial e integral de funciones de una variable. Modelos matemáticos que representan situaciones de la vida real que le permitan al estudiante de ingeniería identificar, comprender, describir y analizar su contexto. A través del aprendizaje del modelado matemático se persigue que los alumnos aprendan a cuestionar e investigar situaciones de la realidad (Barbosa, 2006).

Nos referimos a 6 de las competencias genéricas y las correspondientes a la competencia general de la asignatura, una de las dos competencias disciplinares y las competencias específicas de las unidades 2 y 3 de la asignatura (ver Tabla 6).

Competencias	Descripción
De la asignatura	Resuelve problemas de la física y la geometría con aplicaciones a la ingeniería, representados por modelos matemáticos, utilizando conceptos de cálculo diferencial e integral de funciones de una variable
Genéricas	Usa las TIC en sus intervenciones profesionales y en su vida personal de manera pertinente y responsable.
	Aplica los conocimientos en sus intervenciones profesionales y en su vida personal con pertinencia.
	Actualiza sus conocimientos y habilidades para su ejercicio profesional y su vida personal, de forma autónoma y permanente.
	Desarrolla su pensamiento en intervenciones profesionales y personales, de manera crítica, reflexiva y creativa.
	Trabaja con otros en ambientes multi, inter y transdisciplinarios de manera cooperativa.
	Trabaja bajo presión de manera eficaz y eficientemente.
Disciplinares	<b>Matemáticas:</b> Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería
Específicas	Aplica conceptos de derivación en funciones de una variable para análisis de curvas y resolución de problemas de optimización.

Tabla 6. Competencias (Asignatura / Genéricas / Disciplinares / Específicas)

Por otra parte, los resultados de aprendizaje y atributos de egreso que pretendemos evidenciar con la evaluación del Proyecto de Trabajo en equipo se describen en la tabla 7.

	<b>Descripción</b>
<b>Resultados de aprendizaje</b>	Genera la gráfica de una función mediante los criterios de primera y segunda derivada. Resuelve problemas de optimización.
<b>Atributos de egreso</b>	Demostrar conocimientos de Ciencias Básicas y de la Ingeniería. Comunicar efectivamente los resultados de su actividad profesional, en el ámbito de la ingeniería y de la sociedad en general. Trabajar efectivamente en equipos que cumplen objetivos eficazmente.

Tabla 7. Resultados de aprendizaje y atributos de egreso

Los resultados obtenidos en el análisis de datos correspondiente al Proyecto de Trabajo en equipo concuerdan con Castro y Molina (2005) y Castro, Molina, Gutiérrez, Martínez y Escorial (2012), quienes afirman que la competencia matemática implica resolver problemas, pensar, razonar y argumentar, comunicarse utilizando el lenguaje matemático, utilizar las representaciones y símbolos propios de las matemáticas, elaborar e interpretar modelos, y aplicar los conocimientos y procesos matemáticos a situaciones prácticas. Por otra parte, Rico, Castro, Castro, Coriat y Segovia (1997) sostienen que cuando un sujeto trata de abordar las tareas mediante las herramientas disponibles, moviliza y pone de manifiesto su competencia en la ejecución de los procesos correspondientes (referenciado en Rico (2007)).

Los procesos de medición de atributos de egreso son complejos. Hasta donde se sabe, no existen metodologías estandarizadas que puedan ser igualmente replicables en cualquier realidad. Cada universidad debe desarrollar su propio proceso, a la luz de su realidad y sus posibilidades. Los resultados metodológicos en cuanto a la medición de atributos han ayudado a tomar decisiones para la mejora de la calidad de una licenciatura. Los cambios en la forma de enseñar y la exposición del estudiantado a la información que existe actualmente demandan una estrategia de enseñanza - aprendizaje diferente de la tradicional (Cruz, 2017). Los resultados obtenidos en el análisis de nuestros datos pretenden evidenciar la contribución a la adquisición de algunos de los atributos de egreso (ver Tabla 8).

Por otra parte, como indican Hills y Tedford (2003), es necesario considerar que la naturaleza de la educación en ingeniería también tiene que considerar otro contexto: el de los problemas mundiales, los valores humanos y la incorporación de la tecnología en la educación. Resolver problemas relacionados con el contexto de la realidad de nuestros estudiantes fomenta el desarrollo de la responsabilidad social que actualmente es un atributo que todo egresado debe poseer como menciona Cruz (2017).

### Conclusiones

El Cálculo Diferencial e Integral I que se imparte en la FIUADY al formar parte del Tronco Común, favorece el logro de competencias específicas y se relaciona con todas las competencias de egreso de las cuatro licenciaturas en ingeniería de esta facultad.

Los 7 equipos realizaron las acciones referentes a dificultades, suposiciones, y limitaciones, así como también externaron que el desarrollo del proyecto les resultó una actividad satisfactoria e interesante. Es decir, que como menciona Villareal (2008), los estudiantes interrelacionaron factores teóricos y prácticos al utilizar: conocimientos matemáticos, reflexivos, tecnológicos y extra-matemáticos. Por lo tanto, consideramos que los estudiantes lograron adquirir las habilidades para el desarrollo de las competencias requeridas, así como para obtener los resultados de aprendizaje esperados.

Por otra parte, reforzamos lo anterior, con las categorías y subcategorías obtenidas del análisis de datos de los Reportes Individuales (ver Figura 1). Es decir, los estudiantes percibieron el Proyecto de Trabajo de la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral I como una actividad pertinente y motivadora y la importancia de: las aplicaciones del Cálculo en problemas de ingeniería, seguir lineamientos para resolver problemas y trabajo en equipo. No olvidemos que una de las actividades implícitas de un profesional de la ingeniería es la planificación de proyectos para lo que se requiere seguir una metodología. Hill y Tedford (2003) comentan que, si la educación es para la vida, entonces esta debe ser honorable y disfrutable.

En consecuencia, consideramos que el Proyecto de Trabajo cumple con el objetivo de coadyuvar a la adquisición de competencias genéricas y aporta lo que le corresponde a la obtención de los atributos de egreso como pudimos evidenciar en el análisis de los datos.

## Referencias

- Aguayo, D. (2010). "Experimentando el Cálculo Diferencial". Tesis de Maestría en Educación Científica". Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Chihuahua, Chihuahua, México.
- Barca, N. (2010). "La enseñanza del cálculo diferencial e integral mediante la resolución de problemas, una propuesta motivadora". *Tecnociencia Universitaria*, 21-29. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología: Instituto de Investigaciones tecnológicas: Bolivia.
- Biembengut, M.S. y Hein, N. (2004). "Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática". *Educación Matemática*, 16(2), 105-125.
- Biembengut, M.S. y Hein, N. (2007). "Modeling in engineering: Advantages and difficulties". En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum y S. Khan (Eds.), *Mathematical Modeling. ICTMA12. Education, engineering and economics* (pp. 415-423). Chichester: Horwood Publishing.
- Bonotto, C. (2007). "How to replace word problems with activities of realistic mathematical modelling". En Blum, W., Galbraith, P.L., Henn, H.-W. y Niss, M. (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study*, pp. 405-408. New-York: Springer.
- Bosch, M., García, F. y Gascón, J. y Ruiz, L. (2006). "La modelización matemática y el problema de la articulación de la matemática escolar. Una propuesta desde la teoría antropológica de lo didáctico". *Educación Matemática*, 18(2), 37-74.
- Castro, E. (2008). "Resolución de problemas: ideas, tendencias e influencias en España". En Luengo, Ricardo; Gómez, Bernardo; Camacho, Matías; Blanco, Lorenzo (Eds.), *Investigación en educación matemática XII* (pp. 113-140). Badajoz: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
- Castro, E. y Molina, M. (2005). "Rendimiento en competencias matemáticas de los estudiantes españoles en el Informe PISA 2003". *Padres y Madres de Alumnos. Revista de la CEAPA*, 82, 14-17.
- Castro, C, Molina, E., Gutiérrez, Ma L., Martínez, S. y Escorial B. (2012). "Resolución de problemas para el desarrollo de la competencia matemática en Educación Infantil", *NÚMEROS, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 80, 53-70.
- Cruz, N. (2017). "Medición de atributos de egreso como herramienta de mejora educativa: el caso de la Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica". *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 54(2), 1-16.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. 3ªed. México: Mc Graw Hill.
- Hills, G. y Tedford, D. (2003). "The Education of Engineers: the Uneasy Relationship between Engineering, Science and Technology2". *Global Journal of Engineering Education*. 7(1). 17-28.
- Forcese, D. (1973). "Social Research Methods". Prentice Hall sociology series.
- Galbraith, P. (2012). Models of modelling: Genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(5), 3-16.
- Kaiser, G. y Schwarz, B. (2006). "Mathematical modelling as bridge between school and university". *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 38(2), 196-208.
- Kaiser, G y Schwarz, B. (2010). "Authentic modelling problems in mathematics education-examples and experiences". *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31(1), 51-76.
- Lesh, R., y Zawojewski, J. S. (2007). "Problem solving and modeling". En F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 763-804). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- López, R. (2014). "Resolución de problemas en Cálculo mediante nuevas tecnologías". Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Granada, España.
- López, R., Molina, M. y Castro, E. (2017). "Modelización en el aula de ingeniería: un estudio de caso en el marco de un experimento de enseñanza". *PNA*, 11(2), 75-96.
- Niss, M. (1989). "Aims and scope of mathematical modelling in mathematics curricula". En W. Blum, J. Berry, R. Biehler, I. Huntley, R. Kaiser-Messmer y K. Profke (Eds.), *Applications and modelling in learning and teaching mathematics* (pp. 22-31). Chichester: Ellis Horwood.
- OECD (2003). "PISA 2003 assessment framework: Mathematics, Reading, science and problema solving knowledge and skills". París: OECD.
- Ortiz, J., Rico, L. y Castro, E. (2007). "Mathematical Modelling: A Teachers' Training Study". En C. Haines, P. Gailbraith, W. Blum y S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics* (pp. 241-249). Chichester, Reino Unido: Horwood Publishing.
- Rico, L. (2006). "Marco teórico de evaluación en Pisa sobre matemáticas y resolución de problemas". *Revista de Educación, extraordinario*, pp. 275-294.
- Rico, L. (2007). "La competencia matemática en PISA". *PNA*, 1(2), 47-66.
- Rico, L., Castro, E., Castro, E., Coriat, M. y Segovia, I. (1997). "Investigación, diseño y desarrollo curricular. En L. Rico (Ed.) *Bases teóricas del currículo de matemáticas en educación secundaria*." Madrid: Editorial Síntesis.
- Villareal, M. (2008). *Modelización matemática como estrategia pedagógica*.

## Innovación en la praxis docente en la educación a distancia

Mtro. José Antonio Mangas Espinosa, Mtra. Ilse Yuridia Muñoz Valencia, Mtro. Carlos Raúl Velázquez Rodríguez, Lic. Nancy Lili Romano Sánchez, Lic. Francisco Rodríguez Molina

**Resumen**—El presente artículo evidencia el desarrollo de una estrategia desde la perspectiva tecnológica en la innovación educativa, en relación con los ambientes virtuales de aprendizaje (AVA); la cual está orientada a la praxis docente y se encuentra centrada en el binomio: “Aprender a Aprender”.

Durante la situación inesperada a causa de la pandemia COVID-19, la Academia de Lenguas en la Universidad IEU se vio obligada a transitar hacia un nuevo modelo heurístico de carácter educativo; con el objetivo de evolucionar de una formación netamente presencial hacia un nuevo esquema de enseñanza a distancia, echando mano de conocimientos y herramientas altamente tecnológicas.

De esta manera, se han generado cambios en el modo de transmitir el conocimiento: desde las estrategias y los materiales didácticos, instrumentos de valoración, hasta la selección, formación y desarrollo profesional de los integrantes del claustro académico, que los lleve con paso firme hacia la nueva realidad educativa.

**Palabras clave**—innovación educativa, educación a distancia, aprendizaje autorregulatorio, desarrollo profesional.

### Introducción

Hoy en día, los docentes tienen una labor importante, y es la transformación de vidas en sus estudiantes a través del desarrollo de habilidades y destrezas tanto de carácter personal como profesional. Puesto que los mismos alumnos reflejan aquellos valores y principios de sí mismos y no el grado de conocimientos adquiridos (Peters, 1978).

Entonces, el hablar de innovación educativa, se refiere a un cambio o una modificación total en procesos, métodos, instrucciones, instrumentos de evaluación, contenidos temáticos, así como la programación didáctica. Lo anterior, incentiva a un nuevo desarrollo de connotaciones y de diversas habilidades, aptitudes e inteligencias promovidas y aplicadas por el propio educador (Carcelén, 2004; Lipsman, 2009).

Así mismo, la aplicación de nuevas tecnologías de la información y comunicación al servicio de la educación, forman parte esencial de la misma innovación, en la nueva realidad de este siglo. Debido a ello, la educación a distancia en la sociedad actual, ha tomado fuerza en los ámbitos de educación continua, preparación profesional y la actualización de diversos conocimientos en cualquier ámbito profesional, personal y cultural. (Barbera, 2004).

### Descripción del Método

#### *Análisis estratégico ante una nueva realidad*

El cuerpo académico de lenguas al verse retado a vivir una transición hacia la educación en línea, puso en marcha una estrategia de reingeniería de sus procesos educativos, donde la actualización y adquisición de nuevas competencias digitales educativas fueron el componente principal, para alcanzar el objetivo de una educación a distancia de calidad.

En este sentido, el claustro docente ha generado y adaptado diversos materiales que impulsan el aprendizaje autónomo y autorregulatorio en cada uno de los estudiantes con una finalidad de mejora; donde la tecnología apoya y refuerza el modelo de contextualización hermenéutica del Idioma Inglés y Francés de la propia Academia de Lenguas (Ver figura 1).

Para ello, se analizaron diversas plataformas para el desarrollo de los ambientes virtuales de aprendizaje en donde los estudiantes y docentes pudieran tener una construcción de conocimientos bajo el binomio “**Aprender a Aprender**”, dentro del esquema de la educación a distancia. De esta forma, se desarrollaría un concepto de aprendizaje flexible, orientada hacia práctica, la enseñanza activa e interactiva, participativa y de carácter social reforzada por diferentes recursos didácticos y de elementos de hipermedia (Coll, 2011; Cebrián, 2003; Salmon, 2004).

Como resultado de ese análisis, la academia seleccionó las plataformas Schoology para el idioma Inglés y Google Classroom para el idioma Francés; pues se pudo comprobar que ambas herramientas cuentan con los elementos necesarios para coadyuvar al alcance del binomio de aprendizaje mencionado, así como lograr las competencias lingüísticas necesarias que se requiere tanto en “Cambridge English Assessment”, como en “Centre International d’Etudes Pédagogiques” (Council of Europe, 2018) y en el marco común europeo de referencia (CEFR por sus siglas en Inglés), modelos a los cuales ambos idiomas están alineados.



Figura 1. Modelo de la Academia de Lenguas

Fuente: Elaboración propia

### **Estrategias de desarrollo profesional docente**

Para alcanzar innovación y calidad educativa, así como el interés, motivación e inspiración en los estudiantes y, sobre todo, tener una buena praxis docente, es necesario la intervención del desarrollo profesional del educador en competencias digitales (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2003; International Society for Technology in Education; 2018). Para ello, es necesario el uso de la tecnología a través de la aplicación de nuevas herramientas digitales educativas, que ayuden a mejorar la calidad de las sesiones virtuales.

Basándose en lo anterior, el cuerpo académico inició un proceso de reinención donde se rescató las más efectivas prácticas del esquema tradicional y se agregaron nuevos recursos tecnológicos que apoyan y soportan el proceso de aprendizaje. Dando como resultado, no sólo una nueva estrategia de enseñanza, sino el mejoramiento de los perfiles docentes del cuerpo académico, hacia uno donde la tecnología y las herramientas digitales de enseñanza son una base importante ante este nuevo contexto educativo real e inesperado (International Society for Technology in Education, 2018; Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2019; UNESCO, 2011).

Esto lleva al desarrollo de la figura 2:



Figura 2. Procesos para la innovación en la praxis docente  
Fuente: Elaboración propia.

Como se logra apreciar en la figura 2, el primer paso fue investigar e indagar elementos, recursos y artículos de investigación que versaran sobre el contexto educativo actual y el uso de la tecnología, para que con ese bagaje pudiera empezar a gestarse una mejora educativa.

Harmer, (2011) señaló que el Idioma Inglés está sujeto en dos ejes fundamentales: las habilidades productivas: expresión oral (*Speaking*), expresión escrita (*Writing*), y las habilidades receptivas: comprensión lectora (*Reading*) y la comprensión auditiva (*Listening*); no obstante, uno de los ejes ha sufrido una modificación como elemento íntimo entre el uso del idioma Inglés (*Use of English*) y la comprensión lectora (Cambridge, 2019).

Con el esquema actual de trabajo, surgen nuevas interrogantes: ¿Cómo evaluar las habilidades productivas del idioma? ¿Cómo mantener la motivación de aprender? ¿Cómo establecer la interacción entre los estudiantes, el docente y la plataforma como una necesidad? Debido a que todo ser humano, tiene la necesidad de interactuar con otros (FutureLearn, 2018), entonces, ¿Cómo abarcar tanto en tan poco tiempo? La respuesta para estas incógnitas, fueron encontrando respuesta en el proceso de reinención que se muestra en la figura 2, con *la investigación, la alfabetización digital y la actualización pedagógica en competencias docentes en entornos virtuales y educación a distancia*, sin perder la vista hacia la construcción del aprendizaje, pensamiento cognitivo y en las evaluaciones formativas entre el estudiante y la lengua (TESOL, 2011).

### **Innovación educativa**

En las últimas décadas, ha habido un incremento en las innovaciones tecnológicas gracias al uso de dispositivos móviles, dispositivos de almacenamiento, desarrollo de sistemas, medios publicitarios, entre otros entornos digitales. Entonces, la innovación educativa nace a través de la innovación tecnológica. Aquella necesidad de mejorar algo que no está funcionando como se esperaba (Moreno, 2007).

Un proceso de innovación, incluye la identificación de áreas de oportunidad que permitan la mejora educativa, para ello, es necesario hacer uso de las herramientas tecnológicas al servicio de la educación que permitan reforzar al docente, desarrollando u optimizando un modelo de contextualización hermenéutica de cualquier área del conocimiento; a través de la investigación de la misma (Sharples et al, 2012).

Un docente del siglo XXI es un facilitador de conocimientos para el alumno; debido a su trabajo y formación, es necesario fortalecer competencias en procesos básicos e integradores del pensamiento, así como la actualización tecnológica (International Society for Technology in Education, 2008). Este este proceso de mejora, permite conocer

sí la innovación planteada ha alcanzado los objetivos; logrando así una colaboración entre los instructores, los contenidos y los estudiantes en donde se generan cambios con pasos firmes hacia una nueva realidad educativa.

Moreno, (2007) señala cinco puntos requeridos para alcanzar la innovación educativa:

1. **Investigación:** Para que pueda existir la innovación, debe haberse realizado una observación de lo que puede mejorarse en el contexto educativo, buscar aquella información que guiará al participante como realizar aquellos procesos de rediseño y mejora.
2. **Las TIC's al servicio de la educación:** Son aquellas herramientas digitales que permiten al docente impulsar su praxis mediante el uso de la didáctica, la gamificación, gestión de un curso y la estructura constructiva, emocional, formativa y cognitiva en apoyo a los estudiantes.
3. **La calidad:** La calidad en la educación busca satisfacer dos necesidades, la empresarial y las de los estudiantes. En la empresarial, buscan ser más competitivos para el sector laboral con estándares educativas ya sean de carácter nacional o internacional. Mientras que las personales buscan alcanzar sus metas y sueños.
4. **El arte de enseñar:** ¿Es el facilitador apasionado, dedicado, creativo constructivo en el proceso de aprender a aprender? En ocasiones, uno debiera por experiencia ser bueno, aunque no sea así siempre. Un instructor también es aquel que investiga e indaga nuevas prácticas docentes, las comprende, las ejecuta y lleva el proceso de metacognición en su aprendizaje como mejora pedagógica y andragógica.
5. **La evaluación:** La evaluación hacia los estudiantes, permite monitorear sus fortalezas y brindarles una retroalimentación de sus conocimientos. La evaluación andragógica hacia un docente, le permite redireccionar las estrategias de aprendizaje y técnicas de enseñanza.

### *Producción de actividades de aprendizaje*

El aprendizaje a distancia se ha popularizado en los últimos años con la llegada del internet. En la actualidad las teorías que le dan vida al mismo aprendizaje a distancia, tales como la constructiva, aprendizaje significativo, de conversación, de la construcción del conocimiento y la instruccional dan cabida a los conocimientos estratégicos, metacognitivos, procedimentales y actitudinal de forma autónoma. Por otro lado, la educación tradicional, ha estado fundamentada en el conductismo desde hace tiempo, eso ha impedido la evolución dentro del aula; puesto que el conformismo dentro de los docentes les ha hecho creer que es así. No obstante, en este esquema de trabajo, existen muchas proezas, tales como el aprendizaje basado en proyectos y en retos. Es aquí en donde los estudiantes pueden realizar actividades cooperativas y colaborativas, mientras que en el aprendizaje a distancia se encuentra el aprendizaje basado en investigación e indagación, interacción social y constructiva, así como el desarrollo de la metacognición.

Dentro de las demandas actuales del alumno se encuentran conformadas por (García, s.f.):

- La motivación.
- Flexibilidad
- Calidad de materiales o recursos educativos
- Desarrollo de nuevas habilidades y destrezas en diversas áreas del conocimiento.
- Relación personal con los instructores.
- Capacidad de socializar e interactuar con los estudiantes.
- Comunicación constante entre las tres entidades (plataforma, docente y alumnado).
- El sentimiento de felicitaciones por el avance en su curso.

Con los puntos anteriores como referencia, los participantes comenzarían a desarrollar sentido de pertenencia en la institución o hacia el curso con el docente sin olvidar los recursos de calidad académica (FutureLearn, 2018).

En la actualidad, los docentes deben tener mucho cuidado en la educación a distancia, pues puede prestarse a irse hacia la misma dirección, el conductismo, en especial, en la situación actual de esta pandemia, pues llegan a existir aquellos docentes que no fomentan la interacción entre estudiantes, no hay desarrollo del pensamiento crítico, así como el aprendizaje es receptivo; como resultado a anterior punto, orilla a los estudiantes a la desmotivación de la educación a distancia y generarse una mala experiencia.

Palafox y Blanca, (2015) afirman que sí se fomentasen habilidades en los instructores como formular preguntas para el aprendizaje, la interacción entre ellos, ampliar la percepción lingüística, la metacognición, entre otras, la educación tanto presencial como virtual, el concepto de la educación en México cambiaría de forma notoria.

Es importante tomar en cuenta la perspectiva cultural y andragógica; debido que todos los alumnos entre sí son diferentes, así como el perfil académico de cada grupo. Esto conlleva a un docente a observar e identificar las experiencias de aprendizaje de un estudiante y el del grupo; puesto que son difíciles de alcanzar cuando no se tiene desarrollado una autorregulación del mismo aprendizaje desde el docente y por parte del alumno. Por otro lado, cuando se es consciente de las áreas de oportunidad, se crean diversos métodos o procedimientos con el objetivo de lograr alcanzarlos y/o dominarlos. Además, un estudiante deberá tener una motivación para aprender, la cual, le permite tener un control y dominio de su mente (Knowles, 2005).

Con lo anterior, los docentes de la academia se prepararon en el periodo inter cuatrimestral en la elaboración de la planeación académica, el diseño y aplicación de las actividades en línea, así mismo, se rediseñaron los instrumentos de medición en las habilidades productivas, y la adaptación de evaluaciones para aquellas habilidades receptivas, tal y como se observan en las siguientes figuras:

**Sección de Inglés**

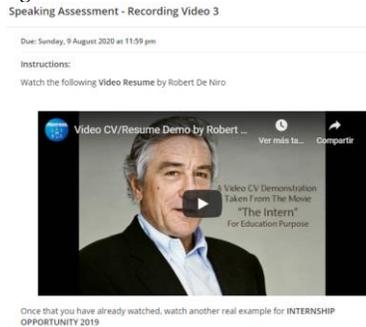


Figura 3. Speaking Assessment – Video Recording 3  
Fuente: Elaboración propia

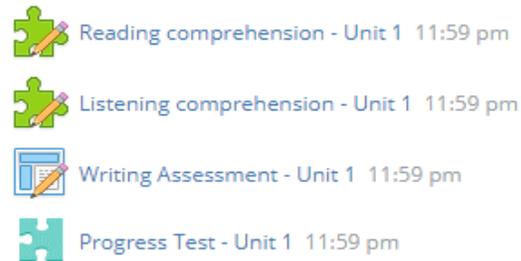


Figura 4. Evaluaciones y Actividad de aprendizaje, Unidad 1  
Fuente: Elaboración propia

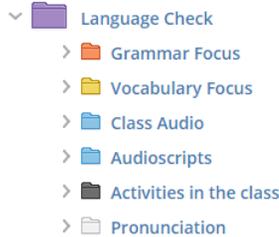


Figura 5. Recursos para la autorregulación en los estudiantes  
Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Recursos adicionales para la interacción y practicas  
Fuente: Elaboración propia

**Sección de Francés**

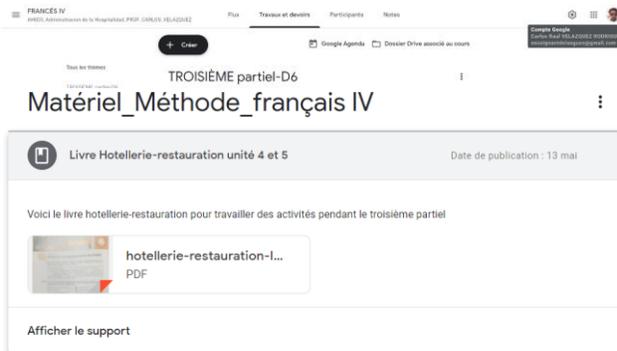


Figura 7. Recursos para la autorregulación en los estudiantes  
Fuente: Elaboración propia



Figura 8. Actividades de aprendizaje Proyecto 1.  
Producción oral y escrita.  
Fuente: Elaboración propia

### Comentarios Finales

El presente artículo de investigación se llevó a cabo con el objetivo de compartir lo aprendido dentro del claustro académico, al estudiar y probar nuevas herramientas digitales al servicio de la educación, para poder modelar en completitud el binomio “**Aprender-Aprender**”, la autorregulación del alumno, y cambiar la imagen del docente tradicional a un facilitador de conocimientos y guía en el aprendizaje de los alumnos.

La Academia de Lenguas de la Universidad IEU, Campus Puebla, con el objetivo de hacer frente a la pandemia mundial ocasionada por el virus COVID-19, trabajó para alcanzar la innovación educativa en el desarrollo de un ambiente virtual de aprendizaje en las plataformas Schoology y Google Classroom; para poder verse inmersos en una transición inmediata del salón de clases a un ambiente a distancia. Esto permitió el impulso de actividades académicas en plataformas gratuitas para nuestros estudiantes; tales como concursos de gramática, vocabulario, audio foros, entre otros. Plasmado en la filosofía institucional de la Universidad IEU, específicamente en la misión. “*Ofrecer servicios educativos para formar personas altamente competentes, éticas y seguras de sí mismas; que puedan lograr una oportuna inserción o desarrollo laboral, y además sean capaces de generar valor en su entorno*”. Adicionalmente, las reuniones mensuales de academia, donde se realiza un valioso acopio de ideas que se van convirtiendo en proyectos en beneficio de nuestro alumnado. Todo lo anterior, ribeteado con la capacitación permanente online de cada uno de los docentes que integran la academia.

### Conclusiones

Realizar cursos de actualización y/o certificación docente en plataformas digitales, así como la asistencia a seminarios webinar, permitió al claustro académico reforzar, mejorar y actualizar sus competencias docentes tradicionales y digitales. Esto permitió a todos los instructores hacer uso y manejo de diversas estrategias de aprendizaje durante las sesiones virtuales en donde se pudieron manejar y desarrollar las habilidades lingüísticas del idioma.

Mediante juegos interactivos de comprensión auditiva, comprensión gramatical y los eventos entre grupos, se logró mantener la motivación en el aprendizaje. Como resultado, se descubrió el significado de la gamificación; la cual consiste en mantener una alta motivación mediante el uso de juegos digitales de cualquier índole, y de esta forma se guía a los estudiantes hacia un aprendizaje o reforzamiento de aquellos aprendizajes clave. Para ello, es necesario abarcar los siguientes puntos: retroalimentación inmediata, el logro, el reconocimiento, la competencia mediante pares o por puntaje (Contreras, 2016; i Peris, 2015).

Mediante foros auditivos y textuales, se lograron aquella interacción social entre los estudiantes sin la necesidad de la intervención de un docente, los cuales tuvieron fundamentos como actividades extracurriculares dentro de la misma plataforma de aprendizaje (FutureLearn, 2018).

La narración de vivencias personales de éxito, ante retos desafiantes de la vida, tanto en el ámbito laboral, académico y familiar. Además, con el testimonio que proyecta la continua evolución de cada una de las sesiones virtuales impartidas por todos los integrantes de esta academia de lenguas. Adicionalmente, el material audiovisual que nuestros libros electrónicos y nuestras plataformas ofrecen del contexto mundial en que vivimos en este siglo XXI, fortalecieron la motivación de los alumnos para seguirse preparando responsablemente, para enfrentar con éxito esa realidad laboral y social.

### Recomendaciones

- La actualización del docente de forma constante.
- Compartir las vivencias profesionales del docente con los estudiantes.
- Utilizar elementos didácticos, activos y recreativos para su aprendizaje.
- Satisfacer necesidades de interacción social.
- Conocer los estilos de aprendizaje y hacer uso de ellos en las sesiones asíncronas con los estudiantes.
- Realizar actividades de aprendizaje que refuercen los conocimientos aprendidos.
- Dejar el binomio “Enseñanza-Aprendizaje” (*yo enseño y tu aprendes*) y optar por el binomio “Aprender a Aprender” (*El estudiante aprende del facilitador y el facilitador aprende del estudiante*), debido a que es la nueva labor de la praxis docente en el siglo XXI. El guiar al estudiante como aprender y ser autosuficiente.
- Dejar el conductismo y optar por la construcción de conocimientos, articulación entre áreas del conocimiento y la metacognición para que sea participe el estudiante en su evaluación (Mangas, 2019).
- Hacer uso del pensamiento crítico y lógico para desarrollar la autorregulación de los alumnos “*Para que un alumno pueda medir su aprendizaje, es necesario hacerle ver su ignorancia*”.

## Referencias

- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2003). II. Propuesta para innovación en Educación Superior. En Documento estratégico para innovación en la Educación Superior. (pp. 28-140). México. ANUIES
- Barbera, E. B. (2004). De la actividad presencial a la enseñanza y aprendizaje virtual. En E. B. Barbera, Educar en aulas virtuales (págs. 15-67; 161-197). A. machado libros
- Cambridge (2019). B1 Preliminary Handbook for Teachers for exams from 2020. Cambridge Assessment English.
- Carcelén, C. (2004). Fundamentos teóricos para la innovación educativa. Perú.
- Cebrián, M. (2003). "Dimensiones pedagógicas del uso de tecnologías de la comunicación e información en la enseñanza universitaria" en enseñanza virtual para la innovación Universitaria. España: Narcea, pp. 37-46
- Coll, C. (2011). "Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el diseño de materiales autosuficientes y el aprendizaje autodirigido"; "Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el análisis de casos y resolución de problemas"; "Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el trabajo en grupo y en el aprendizaje colaborativo", En Psicología Educativa de la educación Virtual, pp. 179-192; 194-231; 233-250
- Contreras, R. S. (2016). Gamificación en aulas universitarias.
- Council of Europe. (2018). COMMON EUROPEAN FRAMEWORK OF REFERENCE FOR LANGUAGES: LEARNING, TEACHING, ASSESSMENT. Council of Europe. <https://rm.coe.int/cefr-companion-volume-with-new-descriptors-2018/1680787989>
- FutureLearn (2018). The Pedagogy of FutureLearn How our learners learn. FutureLearn
- García, L., (s.f.). "Fundamento y Componentes de la Educación a distancia (Basis Components of distance education)". España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Harmer, J. (2011). The Practice of English Language Teaching. Essex, United Kingdom: Pearson Longman.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2019). Cambio de paradigma: retos del docente en el siglo XXI. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. <https://www.inee.edu.mx/cambio-de-paradigma-retos-del-docente-en-el-siglo-xxi/>
- International Society for Technology in Education. (2018). International Standards for Educators. International Society for Technology in Education. <https://www.iste.org/standards/for-educators>
- i Peris, F. J. S. (2015). Gamificación. Education in the Knowledge Society, 16(2), 13-15.
- Knowles, M. (2005) "Estableciendo el clima adecuado" en Aprendizaje Autodirigido: Una guía para profesores y alumnos. N. Y: Cambridge Book Company.
- Lipsman, M. (2009). La innovación educativa: una aproximación conceptual. Facultad de Farmacia y Bioquímica Universidad de Buenos Aires. <http://www.ffyb.uba.ar/area-pedagogica-202/ampliacion-de-contenido-area-pedagogica/la-innovacion-educativa-una-aproximacion-conceptual?es>
- Mangas, J.A, (2019). Metacognición cómo estrategia en el proceso de aprendizaje. Memorias del Congreso Internacional de Investigación de la Academia Journals. Puebla 2019. Tomo 9, No. de Artículo PUE172. pp. 1368-1372. Academia Journals. [https://drive.google.com/drive/folders/1RrXZ\\_n21WslYJ9rs93MkzWuc\\_RE1hQSY](https://drive.google.com/drive/folders/1RrXZ_n21WslYJ9rs93MkzWuc_RE1hQSY)
- Moreno, M., (2007). Innovación social y educativa. La educación en ambientes virtuales como alternativa innovadora en Revista electrónica de Tecnologías de comunicación Educativa, 45. Jalisco: Universidad de Guadalajara. <http://investigacion.ilce.edu.mx/tyce/45/articulo4.pdf>
- Peters, R. (1978). Filosofía de la Educación. F.C.E. Argentina.
- Palafox, M. y Blanca, M.E. (2015). Las DIEZ habilidades del instructor. Puebla: Universidad Madero
- Salmon, G. (2004) "E-actividades para la formación en línea activa" en EActividades. El factor clave para una formación en línea activa. España: Editorial UOC, pp.19-53.
- Sánchez, M. (2018). La evaluación del aprendizaje de los estudiantes: ¿es realmente tan complicada? Revista Digital Universitaria (RDU). Vol. 19, num. 6. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2018.v19n6.a1>
- Sharples, M., McAndrew, P., Weller, M., Ferguson, R., FitzGerald, E., Hirst, T., Mor, Y., Gaved, M. and Whitelock, D. (2012). Innovating pedagogy 2012: Open University innovation report 1. Milton Keynes: The Open University.
- TESOL. (2008). TESOL Technology Standards Framework. Teachers of English to Speakers of Other Languages, Inc. [https://www.tesol.org/docs/default-source/books/bk\\_technologystandards\\_framework\\_721.pdf](https://www.tesol.org/docs/default-source/books/bk_technologystandards_framework_721.pdf)
- UNESCO. (2011). ICT Competency Framework for Teachers. UNESDOC Biblioteca Digital. <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002134/213475e.pdf>

# Análisis de la sintonización de un control PID or el método de Ziegler-Nichols en un motor de C. C. de imán permanente

Ing. Juan Márquez Morales<sup>1</sup>, M.C. Josué Gómez Casas<sup>2</sup>,  
Dr. Jafeth Rodríguez Ávila<sup>3</sup>, M.C Oziel Gómez Casas<sup>4</sup>, Dr. Juan Carlos Ortiz Cuellar<sup>5</sup> y  
Dr. Carlos Rodrigo Muñoz Valdés<sup>6</sup>

**Resumen**—En este artículo se realiza el estudio del control de un motor de imán permanente. Se presenta el modelo del motor de corriente continua y posteriormente se aplica el control clásico Proporcional- Integral-Derivativo. Las ganancias del control son sintonizadas por el método de Ziegler-Nichols a través de la respuesta dinámica del sistema. Este método nos permite encontrar las ganancias apropiadas para el controlador de manera sistemática y con base a la respuesta de la planta de control. Lo anterior evita la sintonización de las ganancias del control a través de la prueba y el error. El objetivo de este trabajo es aplicar el método de Ziegler-Nichols para la sintonización de las ganancias proporcional, integral y derivativa en el control de un motor de corriente continua. El desempeño del control será es validado a través de simulaciones.

**Palabras clave**—motor CC, modelo, método de Ziegler-Nichols, control PID, simulación.

## Introducción.

El estudio de la ingeniería de control ha dado modernidad a la sociedad desde hace décadas. Por lo que, la aplicación de sistemas de control automático ha permitido la automatización y la alta eficiencia en la cadena productiva del ser humano. La investigación y el estudio de la teoría de control moderna han desarrollado la tecnología que cumple con la demanda actual en procesos industriales, comerciales y domésticos, como es analizado por Ang et al. (2005). En una gran variedad de los procesos antes mencionados, las maquinas eléctricas juegan un papel importante para el diseño de control. Específicamente hablando de los motores de corriente continua (CC). Los cuales transforman la energía eléctrica en energía mecánica, haciéndolos muy atractivos en distintas aplicaciones, como menciona Pillay and Krishnan (1989). Los motores de CC como el caso de los motores de imán permanente son extensivamente usadas en servomotores y accionamientos eléctricos para posicionamiento, en áreas como la robótica. En el caso particular de la plataforma académica del robot kuka youBot utiliza está clase de motores para el control de sus articulaciones, revisar Sharma et al. (2012).

El control Proporcional-Integral-Derivativo (PID) es un control popular y altamente usado en la industria. Es considerado un control clásico y versátil, ya que ha sido probado para controlar infinidad de sistemas y procesos. La teoría del controlador PID es bien establecida y simple de aplicar por usuarios en el área de ingeniería. Sin embargo, la sintonización de las ganancias del controlador PID generalmente se realizan de forma empírica. Esto genera una incertidumbre para encontrar los valores adecuados de las ganancias, lo que resta precisión en el control de cualquier sistema. El método de Ziegler-Nichols (Z-N) da una solución al problema de la sintonización de las ganancias del control PID. Este método nos permite establecer las ganancias del control PID a partir de la respuesta dinámica del sistema. Es decir, las ganancias se obtienen a través de una serie de pasos establecidos, utilizando solo dos parámetros de diseño del control. Los parámetros son el tiempo de retraso y la constante de tiempo obtenidos por la respuesta del sistema a lazo abierto.

La propuesta de este artículo es obtener la dinámica de un motor de CC de imán permanente, y mediante la respuesta del sistema aplicar el método de Z-N para sintonizar un controlador PID. Las simulaciones validan el desempeño del controlador PID.

<sup>1</sup> Ing. Juna Márquez Morales es estudiante de la maestría en Ingeniería Mecánica con Acentuación en Materiales de la Universidad Autónoma de Coahuila [juan\\_marquez@uadec.edu.mx](mailto:juan_marquez@uadec.edu.mx)

<sup>2</sup> M.C Josué Gómez Casas es profesor de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila [jogomez@uadec.edu.mx](mailto:jogomez@uadec.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> Dr. Jafeth Rodríguez Ávila es profesor de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila [jafethrodriguez@uadec.edu.mx](mailto:jafethrodriguez@uadec.edu.mx)

<sup>4</sup> M.C Oziel Gómez Casas es profesor en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila [ogomez@uadec.edu.mx](mailto:ogomez@uadec.edu.mx)

<sup>5</sup> Dr. Juan Carlos Ortiz Cuellar es profesor de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila [carlosortiz@uadec.edu.mx](mailto:carlosortiz@uadec.edu.mx)

<sup>6</sup> Dr. Carlos Rodrigo Muñoz Valdés es profesor de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila [rodrigo.muniz@uadec.edu.mx](mailto:rodrigo.muniz@uadec.edu.mx)

### Modelo del motor de CC

El motor de imán permanente es ideal en aplicaciones de control por computadora debido a su linealidad torque-velocidad, aunque únicamente se utilizan en aplicaciones de baja potencia pues su potencia nominal usualmente se limita a 5 hp (3278 W) o menos. El circuito eléctrico equivalente consta de tres partes: la magnética, la eléctrica, y la mecánica. El diagrama del circuito equivalente de un motor de CC puede observarse en la Figura 1.

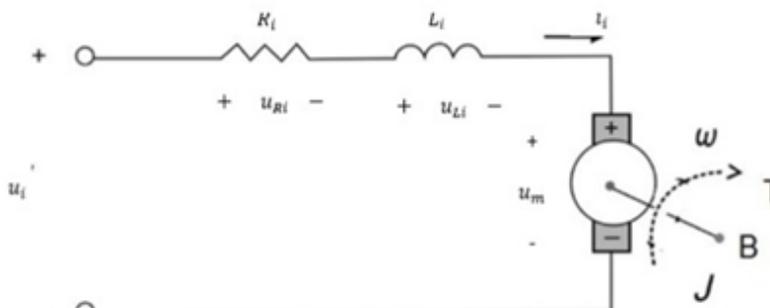


Figura 1. Circuito eléctrico equivalente de un motor de CC.

La Tabla 1 muestra los parámetros del motor de CC:

Tabla 1. Parámetros del motor de CC.

Parámet	Nombre
$R_i$	Resistencia
$L_i$	Inductancia
$K_b$	Constante
$B$	Carga
$J$	Inercia
$K_m$	Constante
$u_i$	Voltaje de entrada
$u_m$	Voltaje
$i_i$	Corriente
$\tau_m$	Torque
$\omega$	Velocidad angular

El devanado de la armadura o inducido es una de las partes más importantes del motor, consiste en un arrollamiento de varias espiras de alambre que puede girar dentro de un campo magnético constante. Dicho campo magnético puede ser generado de varias formas dependiendo del diseño del motor, por ejemplo: por un imán permanente, o bien por un devanado de excitación, Stephen et al. (2014). El par  $\tau_m(t)$  generado por un motor CC es directamente proporcional a la corriente del inducido

$$\tau_m(t) = K_m \cdot i_i(t) \tag{1}$$

donde  $K_m$  es la constante de proporcionalidad de par del motor. Al girar, las espiras del devanado de inducido en presencia del campo magnético se producen en terminales de este una caída de tensión o fuerza contraelectromotriz que se opone al movimiento del inducido  $u_m(t)$ . Considerado una ganancia proporcional  $K_b$  a su velocidad de giro  $\omega(t)$  como se muestra a continuación:

$$u_m(t) = K_b \cdot \omega(t) \tag{2}$$

el par desarrollado  $\tau_m(s)$  se puede escribir en términos del momento de inercia  $J$  y de la carga unida a la flecha del motor  $B$  de la siguiente manera

$$\tau_m(s) = (J s + B)\omega(s) \tag{3}$$

la corriente de inducido en función del par es:

$$i_i(s) = \frac{\tau_m(s)}{k_m} \tag{4}$$

Por sí mismo el devanado de inducido es un conductor, con una resistencia  $R_i$  y una inductancia  $L_i$ . Sobre el que hay que considerar la fuerza contraelectromotriz como una fuente de tensión dependiente de la velocidad de giro.

Basados en la Figura 1 y aplicando la ley de voltajes de Kirchoff, donde la  $\Sigma V=0$ , la ecuación en la malla de inducido será:

$$u_i = u_R + u_L + u_m \tag{5}$$

es la sumatoria del voltaje de la resistencia, la inductancia y la fuerza contraelectromotriz, la cual puede ser representada en el dominio de la frecuencia

$$u_i(s) = (R_i + sL_i) \cdot i_i(s) + K_b \cdot \omega(s) \tag{6}$$

sustituyendo la corriente del inducido  $i_i(s)$  en términos del par  $\tau$  en el voltaje de inducido

$$u_i(s) = \frac{(R_i + sL_i) \cdot \tau_m(s)}{k_m} + K_b \cdot \omega(s) \tag{7}$$

sustituyendo  $\tau_m(s)$  se obtiene:

$$u_i(s) = \frac{(R_i + sL_i)(sJ + B) \cdot \omega(s)}{k_m} + K_b \cdot \omega(s) \tag{8}$$

es posible obtener la función de transferencia de la velocidad angular con respecto al voltaje de entrada

$$\frac{\omega(s)}{u_i(s)} = \frac{k_m}{(L_i J)s^2 + (R_i J + L_i B)s + (R_i B + k_m K_b)} \tag{9}$$

El motor sin compensar puede rotar solamente a 16 rad/s con una entrada de 1 Volt (ver simulación de la planta a lazo abierto en Figura 2). El valor de los parámetros utilizados para calcular la función de transferencia y las simulaciones aparecen en la Tabla 2:

Tabla 2. Valores de los parámetros del motor de CC

Parámetro	Valor	Unidad
$R_i$	4.18840	$\Omega$
$L_i$	0.59000	H
$K_b$	0.05368	V/(rad/seg)
$B$	0.00006	Nm/(rad/seg)
$J$	0.00008	Kg m <sup>2</sup>
$K_m$	0.03305	Constante

Al sustituir los valores de la Tabla 2 se obtiene la función de transferencia obtenida del motor de CC

$$G(s) = \frac{3.306 \cdot 10^{-2}}{(4.956 \cdot 10^{-5})s^2 + (3.919 \cdot 10^{-4})s + (2.059 \cdot 10^{-3})} \tag{10}$$

La respuesta al escalón del sistema en (10) se puede apreciar en la Figura 2.

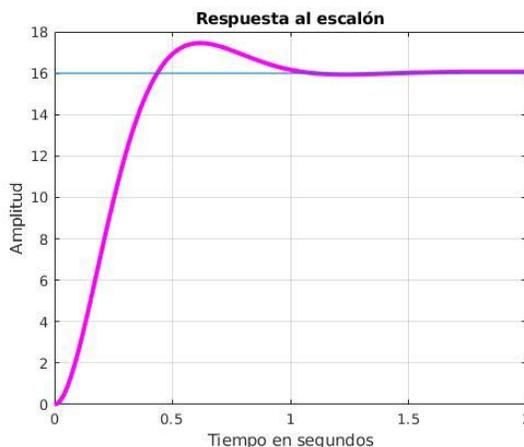


Figura 2. Respuesta dinámica de la planta de control a lazo abierto.

### Método de sintonización de Ziegler-Nichols

El control PID es el controlador más usado para proceso industriales en los últimos tiempos. De manera convencional la sintonización de las ganancias de este tipo de controlador es basado en la experiencia del usuario, es decir se realiza a prueba y error hasta lograr una respuesta satisfactoria del proceso o planta de control. La ecuación del control PID en el dominio del tiempo es la siguiente:

$$u(k) = K_p \left[ e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{d}{dt} e(t) \right] \quad (11)$$

donde  $u(t)$  represente la señal de control en el dominio del tiempo y  $e(t)$  es la señal del error de control, para el caso de  $K_p$ ,  $T_i$  y  $T_d$  son las ganancias por ser sintonizados. La ecuación del control PID puede ser escrita en el dominio de la frecuencia por medio de su función de transferencia como:

$$G_c(s) = K_p \left[ 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right] \quad (12)$$

donde  $G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)}$  es la relación directa entre la señal de control  $U(s)$  y el error de control  $E(s)$  desde el dominio de la frecuencia, por otro lado  $K_p$ ,  $T_i$  y  $T_d$  son los parámetros de sintonización del control PID. Las características principales de los controladores PID son la capacidad de eliminar el error de estado estable de la respuesta a una referencia de paso (debido a la acción integral) y la capacidad de anticipar el cambio en la salida (cuando se emplea la acción derivativa), Ogata and Yang (2010).

El método de sintonización de Z-N se basa principalmente en la respuesta de la planta de control. Esto nos permite obtener las ganancias de sintonización de un control clásico PID basado en la dinámica del sistema a controlar. El método de sintonización nos otorga una metodología de en esquema de control siempre y cuando la respuesta de la planta cumpla con las condiciones del método. La respuesta de la planta se caracteriza por dos parámetros: el tiempo de retraso  $L$  y la constante de tiempo  $T$ , los cuales son encontrados a través del punto de inflexión de la respuesta generada por la planta. La Figura 2 muestra la respuesta de la planta analizada en este artículo en (9), así mismo se pueden determinar los parámetros  $L$  y  $T$ .

El valor del tiempo de retraso es  $L=0.0539$  y el valor para la constante de tiempo  $T=0.3161$ . Una vez obtenido los parámetros  $L$  y  $T$  se calculan las reglas de sintonía de Ziegler-Nichols como se muestra en la Tabla 3 a continuación:

**Tabla 3. Valores de los parámetros del motor de CC**

Control	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$\frac{T}{L}$	$\infty$	0
PI	$0.9 \frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$1.2 \frac{T}{L}$	2L	$0.5 L$

Para la sintonización de las ganancias se toman en cuenta los valores de la Tabla 3. Por lo tanto, se obtiene el valor de la ganancia del controlador P mediante:

$$G_{c_P}(s) = K_p \quad (13)$$

donde la ganancia del control  $P = 5.8645$ . Para el caso del control PI se tiene la siguiente función de transferencia

$$G_{c_{PI}}(s) = K_p \left[ 1 + \frac{1}{T_i s} \right] \quad (14)$$

donde la ganancia  $P = 5.28$  y la ganancia  $I=29.39$ . En el caso del control PID la función de transferencia es la siguiente:

$$G_{c_{PID}}(s) = K_p \left[ 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right] \quad (15)$$

la ganancia  $P=7.0404$ , la ganancia  $I=65.3110$  y la ganancia  $D=0.1893$ , respectivamente. En la siguiente sección se muestra la simulación del control de la planta utilizando las ganancias obtenidas con el método de Z-N.

### Resultados de las simulaciones

La propuesta del esquema de control se basa en la respuesta de la función de transferencia del sistema en (10). La señal de entrada al sistema es el voltaje en el inducido  $u_i(s)$  y la señal de salida es la velocidad angular  $\omega(s)$  de la flecha del motor. Una vez que se obtiene la respuesta del sistema se utiliza las reglas de Z-N para obtener los parámetros  $K_p$ ,  $T_i$  y  $T_d$  para sintonizar las ganancias del control PID. En resumen, el control permite al motor de CC alcanzar la velocidad deseada  $\omega_d(s)$ , mientras el error de control  $E(s)$  converge a cero y cierra el lazo de control. En la Figura 3(a) se puede observar el comportamiento del controlador P logra una máxima amplitud de 18 rad/segundo y logra alcanzar la referencia de la velocidad deseada a los 1.4 segundos manteniendo un error de control de 0.1. En la Figura 3(b) se puede observar el desempeño de la controlador PI, el cual alcanza una pico máximo de amplitud de 19.26 rad/segundo, en el caso de este controlador la velocidad angular deseada converge aproximadamente a los 4 segundos manteniendo un error de control de 0.37, en este controlador se observa un incremento importante en el numero de oscilaciones en la señal de control. En la Figura 3(c) se puede apreciar el desempeño del controlador PID con una pico máximo de amplitud de 16.88 rad/segundo y el error de control para es igual a 0, por lo que garantizamos la convergencia del error y la de la velocidad deseada en 10 rad/segundo, en el caso del controlador PID se nota una mayor rapidez en la convergencia de la señal de controla en aproximadamente 0.7 segundos.

En el caso de el control PI alcanza el pico de amplitud más alto lo que puede provocar daños en el motor considerando el rango de operación de la velocidad angular. Además en la respuesta del control PI se puede observar un mayor tiempo de convergencia, mayor oscilación en la señal de control y un error de control mayor en comparación con el control P y PID. En el caso del control P se observa un sobre pico de 18 rad/seg con un error de control de 0.1 y un tiempo de convergencia de 1.4 segundo superando el desempeño del control PI. El mejor caso se presenta para el controlador PID, en este controlador la amplitud es menor, el tiempo de convergencia es menor con 0.7 segundos haciéndolo un controlador más rápido y con un error de control convergiendo en cero.

### Conclusiones

En este trabajo se propuso el control de velocidad de un motor de CC. Se obtuvo la función de transferencia del circuito del motor en términos de la relación dada entre la velocidad angular y el voltaje de entrada del motor de CC. Posteriormente se propone el método de Z-N para sintonizar las ganancias de un controlador P, PI Y PID con la intención de mostrar las diferencias entre ellos. El método de Z-N se caracteriza por sintonizar las ganancias del controlador PID de manera sistemática basada en la respuesta dinámica de la planta y a partir de solo dos parámetros (T y L). Lo anterior evita la búsqueda de las ganancias de control de manera empírica. Los resultados del control de velocidad del motor de CC fueron validados mediante la simulación y aplicación del controlador P, PI Y PID. De esta forma se logra establecer una comparación entre los tres controladores propuestos. Posicionando el diseño del controlador PID como el mejor en comparación con los otros dos casos.

### Referencias

- Ang, K.H., Chong, G., and Li, Y. (2005). PID control system analysis, design, and technology. IEEE transactions on control systems technology, 13(4), 559–576.
- Hou, Z.S. and Wang, Z. (2013). From model-based control to data-driven control: Survey, classification and perspective. Information Sciences, 235, 3–35.
- Meshram, P. and Kanojiya, R.G. (2012). Tuning of PID controller using Ziegler-Nichols method for speed control of dc motor. In IEEE-international conference on advances in engineering, science and management (ICAESM-2012), 117–122. IEEE.
- Nasri, M., Nezamabadi-Pour, H., and Maghfoori, M. (2007). A pso-based optimum design of PID controller for a linear brushless dc motor. World Academy of Science, Engineering and Technology, 26(40), 211–215.
- Ogata, K. and Yang, Y. (2010). Modern control engineering, volume 5. Prentice hall Upper Saddle River, NJ.
- Pillay, P. and Krishnan, R. (1989). Modeling, simulation, and analysis of permanent-magnet motor drives. i. the permanent-magnet synchronous motor drive. IEEE Transactions on industry applications, 25(2), 265–273.
- Stephen, C., EDWARD, G., EDWARD, G., EDWARD, G., EDWARD, G., EDWARD, G., DAVID, E.H., HILBURN, J.L., IRWIN, J.D., IRWIN, J.D., et al. (2014). Máquinas eléctricas. ED. Mc. GRAW HILL.

### Notas Biográficas

El **Ing. Juan Antonio Márquez Morales** es ingeniero industrial en eléctrica, profesionista outsourcing; catedrático en diferentes universidades (UVM, ITS, UAC); es instructor de trabajadores en la industria privada. Actualmente es alumno de la maestría en Ingeniería Mecánica con Acentuación en Materiales del Universidad Autónoma de Coahuila.

El **M.C Josuè Gómez Casas** es profesor de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Coahuila y actualmente cursa el Doctorado en Ciencias de la robótica y Manufactura Avanzada, su línea de generación y aplicación de conocimiento se basa en sistemas de control lineal y no lineal, sistemas en tiempo discreto, modelado y control de sistemas basado en datos, control de robots y de sistemas mecánicos.

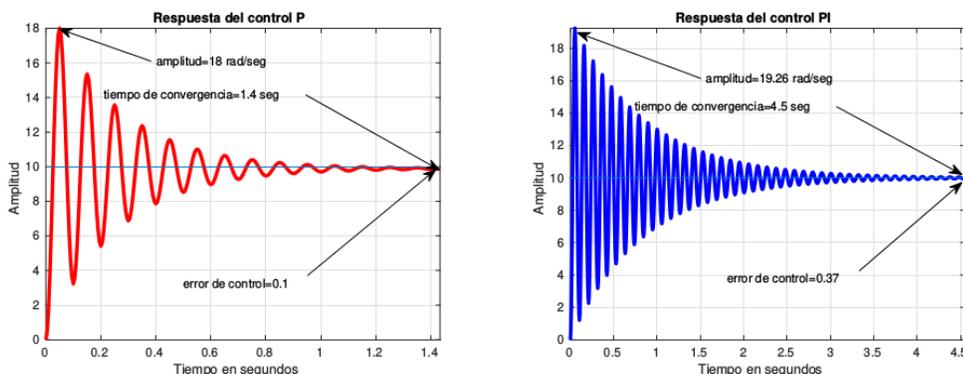
El **Dr. Jafeth Rodríguez Ávila**, Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Coahuila, 4 artículos JCR, Maestría en Ingeniería de Manufactura, Doctorado en Metalurgia y materiales, por el Instituto Politécnico Nacional.

El **M.C Oziel Gómez Casas**, es profesor de la Universidad Autónoma de Coahuila en la Facultad de Ingeniería, tiene maestría en Ingeniería Mecánica con Acentuación en Materiales. Tiene conocimiento y experiencia en diseño mecánico y estructural, análisis de experimentos para investigación científica y aplicada en modelado matemático para realizar pronósticos de fenómenos físicos, así como optimización de parámetros de procesos.

El **Dr. Juan Carlos Ortiz Cuellar** es profesor investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila. Doctorado obtenido en el CINVESTAV Saltillo. Su área de especialización es en fabricación y procesamiento de aleaciones especiales. Más de 20 artículos indexadas a la Journal Citation Report, Más de 100 publicación en congresos internacionales y en revistas arbitradas.

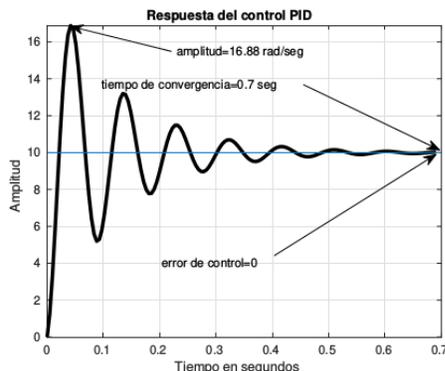
El **Dr. Carlos Rodrigo Muñoz Valdés** tiene el doctorado en ciencias en Ingeniería en Metalurgia y cerámica, profesor investigador de la Facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila, líder del cuerpo académico de metal mecánica con el reconocimiento por parte del PROMEP con la distinción de consolidado, miembro del Sistema de Nacional de Investigadores Nivel 1, reconocido por el perfil deseable de PROMEP, trabaja en la línea de generación y aplicación del conocimiento “Desarrollo de materiales y procesos de fabricación”.

El **Dr. Jafeth Rodríguez Ávila**, Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Coahuila, 4 artículos JCR, Maestría en Ingeniería de Manufactura, Doctorado en Metalurgia y materiales, por el Instituto Politécnico Nacional.



(a) Resultados del control P.

(b) Resultados del control PI.



(c) Resultados del control PID.

**Figura 3. Resultados de la simulación.**

## DICCIONARIOS DE COMPETENCIAS SECTORIALES (DCS): UNA HERRAMIENTA PARA CUERPOS ACADÉMICOS EN INVESTIGACIÓN APLICADA

Dr. Rodolfo Martínez Gutiérrez<sup>1</sup>, Dr. Carlos Hurtado Sánchez<sup>2</sup>, Mtra. Carmen Esther Carey Raygoza<sup>3</sup>  
M.A. Gabriela Lourdes Tapia González<sup>4</sup>, M.A. Beatriz Chávez Ceja<sup>5</sup>, Mtro. Antonio Juárez Mendoza<sup>6</sup>,  
Dra. Alma Laura Bonilla Hernández<sup>7</sup>, Dr. Ángel Ernesto Jiménez Bernardino<sup>8</sup>, Dr. Rodolfo Arce Portuguez<sup>9</sup>,  
Dr. Daniel Francisco Nagao Meneses<sup>10</sup>, Dr. Juan Fernando Álvarez<sup>11</sup>, Dra. Graciela Vidal Carvajal<sup>12</sup>,  
Dr. Erico Wulf Betancourt<sup>13</sup>

**Resumen**— La presente investigación aplicada está orientada al fortalecimiento de la competitividad de sector educativo, considerando la curva de aprendizaje generada en investigadores, profesionales y docente, a través de la Educación Superior Tecnológica por medio del Tecnológico Nacional de México, campus Instituto Tecnológico de Tijuana y e instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional. El objetivo es desarrollar el modelo para el diseño y desarrollo del diccionario de competencias sectoriales (DCS) para la investigación, a través de la metodología sistémica para reducir la brecha en los distintos saberes de las competencias profesionales en las funciones ocupacionales de investigación, vinculación gestión académica, el Diccionario de Competencias Profesionales (DCI), será un referente metodológico para el diseño de estándares de competencias laborales, profesionales e investigación, en otros sectores y contribuyan a la innovación del modelo nacional de competencias del país.

**Palabras clave**— Competencias Laborales, Competencias Profesionales, Competencias de Investigación.

**Summary**— This applied research is aimed at strengthening the competitiveness of the educational sector, considering the learning curve generated in researchers, professionals and teachers, through Higher Technological Education through the National Technological Institute of Mexico, the Tijuana Technological Institute campus and institutions. higher education nationally and internationally. The objective is to develop the model for the design and development of the dictionary of sectorial competencies (DCS) for research, through the systemic methodology to reduce the gap in the different knowledge of professional competences in the occupational functions of research, management linkage academica, the Dictionary of Professional Competencies (DCI), will be a methodological reference for the design of labor, professional and research competencies standards in other sectors and contribute to the innovation of the country's national competencies model.

**Keywords:** Labor Competencies, Professional Competencies, Research Competences.

<sup>1</sup> Dr. Rodolfo Martínez Gutiérrez es Profesor del Tecnológico Nacional de México Campus Tijuana, México [rodolfo.martinez@tectijuana.edu.mx](mailto:rodolfo.martinez@tectijuana.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dr. Carlos Hurtado Sánchez, es Profesor del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [carlos.hurtado@tectijuana.edu.mx](mailto:carlos.hurtado@tectijuana.edu.mx)

<sup>3</sup> M.A. Carmen Esther Carey Raygoza, es Profesora del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [carmen.carey@tectijuana.edu.mx](mailto:carmen.carey@tectijuana.edu.mx)

<sup>4</sup> M.A. Gabriela Lourdes Tapia González, es Profesora del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [gabriela.tapia@tectijuana.edu.mx](mailto:gabriela.tapia@tectijuana.edu.mx)

<sup>5</sup> M.A. Beatriz Chávez Ceja, es Profesora del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [beatrizchavezitt@hotmail.com](mailto:beatrizchavezitt@hotmail.com)

<sup>6</sup> Mtro. Antonio Juárez Mendoza, es Profesor del Universidad Tecnológica de Tijuana, México [antonio.juarez@utijuana.edu.mx](mailto:antonio.juarez@utijuana.edu.mx)

<sup>7</sup> Dra. Alma Laura Bonilla Hernández, Escuela de Negocios de Pacifico, Tijuana, Baja California, México [direccion.medica@ssdmedicalcenter.com](mailto:direccion.medica@ssdmedicalcenter.com)

<sup>8</sup> Dr. Rodolfo Arce Portuguez, es Profesor de la Universidad de Costa Rica, Costa Rica [rodoarce@asesoresaduanales.com](mailto:rodoarce@asesoresaduanales.com)

<sup>9</sup> Dr. Daniel Francisco Nagao Meneses, es Profesor del Universidad Mackensie, Brasil [nagao.menezes@gmail.com](mailto:nagao.menezes@gmail.com)

<sup>10</sup> Dra. Graciela Vidal carvajal, es Consultora Empresarial, La Serena, Chile [gravidac28@gmail.com](mailto:gravidac28@gmail.com)

<sup>11</sup> Dr. Erico Wulf Betancourt, es Profesor de la Universidad de la Serena, Chile [ewulf@userena.cl](mailto:ewulf@userena.cl)

### Introducción

De acuerdo a las recomendaciones del informe de la OCDE (2017) sobre competencias en México, señala que el modelo actual del Sistema de Competencias de México tiene oportunidad de replantear acciones encaminadas a fortalecer el modelo. Por ello se la propuesta de este artículo se cimienta en los retos que señala la OCDE para fortalecer la competitividad, el desarrollo y el progreso social, considerando como base el impacto que representa la educación en los ocho niveles que señala CINE-UNESCO (2013), lo cual hace necesario reflexionar sobre los avances y resultados actuales sobre el uso de los Estándares de Competencias Laborales (ECL) en los sectores de la sociedad, así como el modelo nacional y la metodología eficaz para transitar a la siguiente etapa de desarrollo de los sectores, donde se hace imperioso el construir un modelo y una metodología apropiada para Competencias Profesionales e Investigación, dejando claro la diferenciación de los ocho niveles y sus requisitos de capacitación, alineación, evaluación y eventual certificación de competencias laborales, competencias profesionales y competencias de investigación aplicada. Para identificar las brechas entre la normatividad e insumos requeridos para los procesos de planeación estratégica sectorial en términos de instrumentos denominados Diccionarios de Competencias Sectoriales (DCS), éstos deben responder a cada vocación sectorial de las regiones, ciudades o en su caso Estados.

Para efectos de correlacionar los fundamentos, argumentos y acciones que soportan la iniciativa de la propuesta de continuar el andamiaje de complementar e incluso, la perspectiva de transitar del modelo y metodología de un planeamiento de un sistema basado en competencias laborales, hacia un modelo y metodología de competencias profesionales e investigación aplicada que responda a la competitividad global de los sectores estratégicos en México; incidiendo de manera directa en la competitividad y sofisticación de los sectores, lo cual hace necesario incluir en la agenda nacional, la prospectiva de certificación laboral, profesional e investigación aplicada para el fortalecimiento de la competitividad, innovación y progreso social, lo cual expone la necesidad de convertirse en un objetivo estratégico del país, y permearse en los ejes transversales del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024.

De acuerdo con el Reporte Ejecutivo de la OCDE (2017) sobre el diagnóstico de competencias para México, señala que identificar y desarrollar las competencias sectoriales ayudan a mejorar la prosperidad de la sociedad, considerando como base que el impacto permeará en la cohesión social y prosperidad económica. Lo anterior buscando dar respuesta a la pregunta ¿en qué sentido? Por lo tanto, la OCDE (2017) señala que las iniciativas sectoriales deben ser propuestas desde la sociedad para mejorar la productividad y la calidad laboral. Para dar respuesta a estos retos, el Tecnológico Nacional de México, a través del Campus del Instituto Tecnológico de Tijuana, está considerando en su proceso de planeación estratégica 2018-2024 la alineación de sus proyectos estratégicos al contexto de contribuir a los ejes del Plan Nacional de Desarrollo desde la Educación Superior Tecnológica que inciden directamente en la innovación del país por medio de la formación de ingenieros y científicos.

La presente investigación aplicada desde el TNM hace un análisis profundo del estado de la efectividad de la metodología del Sistema de Competencias de México, partiendo de las áreas de oportunidad identificadas por el Informe de la OCDE (2017), con el fin de contribuir al fortalecimiento y mejoramiento del funcionamiento del Sistema de Competencias de México, mediante el establecimiento de niveles de competencias a través de los diccionarios de competencias profesionales para Ingeniería en Logística. Esta propuesta de investigación sectorial aplicada los Servicios Logísticos en Baja California, fue registrada en el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP, 2018) en la modalidad de Nuevo Profesor de Tiempo Completo (NPTC), en la División de Estudios de Posgrado y en el Departamento de Ciencias Económico Administrativas, a través del Programa de Maestría en Administración.

### Descripción del Método

Bajo el principio de la correlación entre competitividad y educación, es fundamental señalar que una sociedad preparada tendrá mejores y mayores oportunidades de crecimiento, desarrollo y progreso. Lo cual hace necesario la reflexión desde la Academia, específicamente del Sector de Educación Superior Tecnológica sobre las determinantes que impactan en la innovación del talento humano. Por su parte el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Educación Pública y el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales ha iniciado acciones estratégicas para el fortalecimiento del capital humano del sector logístico, con base en las competencias de las personas a nivel técnico, las personas certificadas son más confiables, en este contexto, es importante que se tengan en cuenta las experiencias internacionales.

De acuerdo a lo establecido por PRODEP (2020) para Perfil Deseable como Profesor de Tiempo Completo, implica determinada productividad académica, la cual implica tener como objetivo principal del Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el tipo Superior, es profesionalizar a los/as profesores/as de tiempo completo para que alcancen las capacidades de investigación, docencia, desarrollo tecnológico e innovación y, con responsabilidad social, se articulen y consoliden en cuerpos académicos (CA) y con ello generen una nueva comunidad académica capaz de transformar su entorno. Para alcanzar este objetivo la SEP, a través de la SES ha emprendido en el marco del Programa varias acciones enfocadas a promover que los/as profesores/as de tiempo completo se integren en CA y con ello sustentar la formación de profesionales de buena calidad, responsables y competitivos.

De acuerdo al Diario Oficial (D.O.F. 2019) Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el ejercicio fiscal 2019, publicado el 28 de febrero de 2019, El reconocimiento a Profesores/as de Tiempo Completo con perfil deseable se refiere al/a profesor/a que, de acuerdo con las características y orientación de cada subsistema, posee un nivel de habilitación académica y/o tecnológica superior al de los programas educativos que imparte, cuenta con el grado académico preferente o mínimo y realiza de forma equilibrada actividades de docencia; generación o aplicación innovadora de conocimientos, investigación aplicada o desarrollo tecnológico, asimilación, desarrollo y transferencia de tecnologías o investigación educativa innovadora; y tutorías y gestión académica-vinculación.

#### Orientación de los subsistemas de educación superior:

Universidades públicas estatales, de apoyo solidario y federales: Formar recursos humanos a nivel superior y posgrado, así como investigadores en todas las áreas del conocimiento, que puedan responder a los requerimientos actuales e incidir favorablemente en la resolución de problemas que contribuyan al desarrollo regional y nacional. Promover la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación además de la cultura y la vinculación con la sociedad.

Universidades politécnicas: Trabajar en programas pertinentes para el desarrollo regional y nacional, y en proyectos que llevan a cabo en estrecha colaboración con las organizaciones de los sectores productivo, público y social. Tienen la vocación de mejorar, a través de sus programas de educación continua, la capacitación de la fuerza de trabajo, con especial énfasis en los estados y regiones en las que se ubican; asimismo, estas instituciones tienen también la vocación de promover la consolidación de una cultura tecnológica, en todos los ámbitos de la sociedad.

Universidades tecnológicas: Formar técnicos superiores universitarios aptos para la aplicación y generación de conocimientos y la solución creativa de los problemas, con sentido de innovación al incorporar los avances científicos y tecnológicos. Realizar investigaciones en las áreas de su competencia, que se traduzcan en aportaciones concretas que contribuyan a elevar la calidad de vida de la comunidad y al mejoramiento y mayor eficacia de la producción industrial y de servicios. Desarrollar las funciones de vinculación con los sectores público, privado y social, para la consolidación del desarrollo tecnológico de la región.

Institutos tecnológicos: Formar profesionales e investigadores/as aptos/as para la aplicación y generación de conocimientos que les proporcionen las habilidades para la solución de problemas, con pensamiento crítico, sentido ético, actitudes emprendedoras, de innovación y capacidad creativa para la incorporación de los avances científicos y tecnológicos que contribuyan al desarrollo nacional y regional; así como desarrollar e impulsar la investigación aplicada, científica y tecnológica que se traduzca en aportaciones concretas para mantener los planes y programas de estudio, actualizados y pertinentes, así como para mejorar la competitividad y la innovación de los sectores productivos y de servicios y elevar la calidad de vida de la sociedad.

Escuelas normales: Formar docentes comprometidos/as con la educación, con una sólida identidad y ética profesional sustentada en competencias pedagógicas, conocimientos científicos, y valores humanísticos que promuevan el respeto a la diversidad, la sustentabilidad, el aprecio por la ciencia y el uso racional de la tecnología. Asimismo, atender la necesidad de una formación permanente de calidad y así garantizar los procesos asociados a la educación básica, en el marco de una sociedad en contante transformación.

Universidades interculturales: Promover la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo económico, social y cultural, particularmente, de los pueblos indígenas del país y del mundo circundante; revalorar los conocimientos de los pueblos indígenas y propiciar un proceso de síntesis con los avances del conocimiento científico; fomentar la difusión de los valores propios de las comunidades, así como abrir espacios para promover la revitalización, desarrollo y consolidación de lenguas y culturas originarias.

### Resultados del instrumento de investigación aplicada

Los resultados de la presente investigación impactarán directamente en el nivel de pertinencia del programa de estudio sujeto de investigación y con ello cubrir los requisitos de la acreditación de la carrera de ingeniería en logística. Asegurando la calidad de los contenidos de competencias profesionales que aseguren los saberes (saber conocer, saber hacer y saber ser) sobre funciones del profesional en logística o en su caso el profesional emprendedor en servicios logísticos. La propuesta de los requisitos para los procesos de certificación se presenta en la Tabla 1 los requisitos de la Asociación Nacional de Facultades de Contaduría y Administración (ANFECA).

Tabla 1 Requerimientos para Certificación Académica ANFECA

<p>1. FORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN ACADÉMICA</p> <p>1.1. GRADO ACADÉMICO MÁXIMO</p> <p>1.2. Actualización</p> <p>1.2.1. PEDAGÓGICA</p> <p>1.2.2. DISCIPLINARIA</p> <p>1.3. IDIOMAS EXTRANJEROS</p> <p>2. DOCENCIA</p> <p>2.1. EVALUACIÓN DE CURSOS POR LOS ALUMNOS</p> <p>2.2. Diseño curricular</p> <p>2.2.1. ELABORACIÓN Y/O ACTUALIZACIÓN DE PLANES DE ESTUDIO</p> <p>2.2.2. ELABORACIÓN Y/O ACTUALIZACIÓN DE PROGRAMAS DE ASIGNATURA.</p> <p>2.3. DIRECCIÓN DE TRABAJOS RECEPCIONALES</p> <p>2.4. SINODAL EN EXÁMENES PROFESIONALES O DE GRADO</p> <p>2.5. TUTORÍAS</p> <p>2.6. ASESORÍAS ACADÉMICAS</p> <p>2.7. PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS, SIMPOSIA, COLOQUIOS O CONFERENCIAS DE CARÁCTER ACADÉMICO.</p> <p>2.8. ELABORACIÓN DE REACTIVOS PARA EVALUACIONES DIVERSAS</p> <p>2.9. ESTADÍAS ACADÉMICAS POR INVITACIÓN</p> <p>2.10. PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS DE ANFECA</p> <p>2.11. ANTIGÜEDAD EN LA ACTIVIDAD ACADÉMICA</p> <p>3. INVESTIGACIÓN</p> <p>3.1. PARTICIPACIÓN EN TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN INDIVIDUALES O COLECTIVOS</p> <p>3.2. ASESORÍA Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</p> <p>3.3. PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS, SIMPOSIA, COLOQUIOS O FOROS DE INVESTIGACIÓN</p> <p>3.4. Publicaciones</p> <p>3.4.1. AUTORÍA Y PUBLICACIÓN DE CAPÍTULOS DE LIBROS, MEMORIAS EN EXTENSO ARBITRADAS Y/O ANTOLOGÍAS</p> <p>3.4.2. LIBROS</p> <p>3.4.3. ARTÍCULOS EN REVISTAS</p> <p>3.5. CITAS BIBLIOGRÁFICAS A SUS PUBLICACIONES DE INVESTIGACIÓN</p> <p>3.6. PARTICIPACIÓN EN COMITÉS EDITORIALES</p> <p>3.7. TRADUCCIÓN O REVISIÓN DE LIBROS Y ARTÍCULOS</p> <p>3.8. COORDINADOR, COMPILADOR O EDITOR DE PUBLICACIONES</p> <p>3.9. PARTICIPACIÓN COMO ÁRBITRO EN PUBLICACIÓN DE LIBROS Y ARTÍCULOS EN REVISTAS ESPECIALIZADAS</p> <p>3.10. ESTADÍAS DE INVESTIGACIÓN POR INVITACIÓN</p> <p>4. EXTENSIÓN Y VINCULACIÓN</p> <p>4.1. LABORES DE DIFUSIÓN</p> <p>4.2. ELABORACIÓN DE MATERIALES DE DIFUSIÓN</p> <p>4.3. PROYECTOS DE VINCULACIÓN</p> <p>4.4. PROYECTOS DE EMPRENDIMIENTO</p> <p>5. GESTIÓN</p> <p>5.1. PARTICIPACIÓN EN COMISIONES ACADÉMICAS DICTAMINADORAS Y/O EVALUADORAS DE ACADÉMICOS</p> <p>5.2. PARTICIPACIÓN EN COMISIONES ACADÉMICAS DICTAMINADORAS Y/O EVALUADORAS DE OTRA NATURALEZA (CIEES, FIMPES, CACECA, CNCA, ETC.)</p> <p>5.3. PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE FINANCIAMIENTO EXTERNO AUTORIZADOS: PRODEP, PIFI, PNPC, FOMIX, FOMES, CONACYT U OTROS INSTITUCIONALES Y/O GUBERNAMENTALES</p> <p>5.4. ACTIVIDADES DE DIRECCIÓN, ORGANIZACIÓN O COORDINACIÓN ACADÉMICO- ADMINISTRATIVA</p> <p>5.5. CARGOS DE REPRESENTACIÓN, DE ELECCIÓN O POR FUNCIÓN</p> <p>5.6. PARTICIPACIÓN DIRECTIVA EN ANFECA</p> <p>5.7. PARTICIPACIÓN EN ORGANISMOS PROFESIONALES</p> <p>5.8. EMPLEO Y/O EJERCICIO LIBRE DE LA PROFESIÓN</p> <p>6. RECONOCIMIENTOS DIVERSOS</p> <p>6.1. DISTINCIONES Y PREMIOS POR SU ACTIVIDAD ACADÉMICA OTORGADOS POR INSTITUCIONES ACADÉMICAS, PROFESIONALES, EMPRESARIALES Y/O SOCIALES</p> <p>6.2. RECONOCIMIENTOS A SU TRAYECTORIA PROFESIONAL</p> <p>6.3. CERTIFICACIÓN PROFESIONAL</p>
---

Fuente: Elaboración propia a partir del programa ANFECA (2020)

En la Tabla 2, se presentan los requisitos que se deben cubrir para obtener el perfil deseable (PRODEP) ante la Secretaría de Educación Pública en México.

Tabla 2 Requerimientos para Perfil Deseable (PRODEP)

<p>INTEGRAR CARPETA ELECTRÓNICA CON DOCUMENTOS ACADÉMICOS COMPRABATORIOS EN FORMATO PDF (El nombre de los Archivos no debe superar el máximo de los 150 caracteres): Nombre de la carpeta General: Apellido Paterno, Materno, Nombre(s) Subcarpetas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Docencia (un curso por año en niveles TSU, Licenciatura y Posgrado y no aceptan curso de educación continua y PROFA, anexar constancias correspondientes).</li><li><input type="checkbox"/> Producción:</li><li><input type="checkbox"/> Subcarpetas por año: (tres años inmediatos): iniciar el nombre de cada producto académico con la inicial según el tipo de producto que sea:<ul style="list-style-type: none"><li>A: Artículo Arbitrado (Texto científico que para su publicación requiere ser aceptado por un cuerpo de árbitros expertos, quienes garantizan la calidad, actualidad y pertinencia del contenido. Además del arbitraje, las revistas en las que se publican estos textos deben contar con el Número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadadas (ISSN), un cuerpo editorial y periodicidad específica).</li><li>L: Libro</li><li>C: Capítulo de Libro</li><li>I: Revistas Indexadas (Texto científico publicado en una revista que pertenece a alguno de los índices internacionales reconocidos para las diferentes áreas del conocimiento).</li><li>M: Memorias en extenso (Publicación científica derivada de un encuentro académico y que para su publicación requiere de la revisión de un grupo de árbitros quienes garantizan la calidad, actualidad y pertinencia del contenido. Una memoria arbitrada cuenta con ISBN pero no es equivalente a un capítulo de libro o a un artículo científico y sólo son válidas para el área de Humanidades).</li><li>T: Informe Técnico (es un documento que describe el progreso o resultados de una investigación científica o técnica, o el estado de un problema científico. Tiene por objetivo la difusión rápida de la información, debe describir los beneficios logrados y estar avalado por la Institución beneficiaria directa la cual debe ser ajena a la Institución de Educación Superior de adscripción del profesor/a. Debe acompañarse de un dictamen razonado emitido por el usuario u organización beneficiaria directa en el que se declare que el proyecto desarrollado presenta las siguientes características: i. Innovación (rompe esquemas tradicionales); ii. Originalidad del trabajo desarrollado u originalidad en la metodología empleada (no ha sido reportada por ningún otro autor previamente), y iii. Incluye formación de recursos humanos durante su desarrollo. En este sentido, el dictamen deberá especificar los nombres de los/as profesores/as y alumnos/as que participaron, así como los argumentos en los que se fundamenta el usuario u organización beneficiaria para sustentar su declaración de que se cumplieron los tres requisitos mencionados).</li></ul></li></ul> <p>En la mayoría de los casos arriba mencionados se requiere:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Copia de portada o caratula,</li><li>2. hoja legal,</li><li>3. índice,</li><li>4. primera página del artículo, capítulo o memoria,</li><li>5. o en su defecto carta de aceptación,</li></ol> <p>En caso de revista Indexada presentar comprobante de indización (ISI y/o CONACYT). Comprobaciones especiales: Obra artística: Registro ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Patentes, prototipo, propiedad intelectual: Registro ante el IMPI. Informe técnico final: Oficio de la (s) institución(es) beneficiaria(s) en el que se describa los beneficios logrados.</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Dirección de Tesis o Tutorías (en caso de no tener tutorías es válida la Dirección de tesis), (anexar constancias correspondientes).</li><li><input type="checkbox"/> Gestión (anexar constancias correspondientes).</li></ul>
--

Fuente: Elaboración propia a partir del Convocatoria PRODEP (2020)

### Comentarios Finales

El objetivo de PRODEP es Profesionalizar a los/las profesores/as de tiempo completo para que alcancen las capacidades de investigación-docencia, desarrollo tecnológico e innovación y, con responsabilidad social, se articulen y consoliden en cuerpos académicos y con ello generen una nueva comunidad académica capaz de transformar su entorno. Un profesional con certificado académico otorgado por la ANFECA mantiene el progreso del saber y del hacer en un periodo definido de tres años, después del cual debe reafirmar en función de la multiplicidad del conocimiento y del propio deterioro de lo aprendido

## Referencias

- Martínez Gutiérrez, Rodolfo, QUINTA HÉLICE SISTÉMICA (QHS), UN MÉTODO PARA EVALUAR LA COMPETITIVIDAD INTERNACIONAL DEL SECTOR ELECTRÓNICO EN BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. Investigación Administrativa [en línea] 2012, (Julio-Diciembre) : [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2018] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456045338003>> ISSN 1870-6614
- Mertens, L. (1996). Competencia laboral: sistemas, surgimiento y modelos: OIT/CINTERFOR, Montevideo, Uruguay.
- McClelland, D. (1973). "Testing for Competencies rather than intelligence". American Psychologist, 28. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/18482371\\_Testing\\_for\\_Competence\\_Rather\\_Than\\_Intelligence](https://www.researchgate.net/publication/18482371_Testing_for_Competence_Rather_Than_Intelligence)
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2017). Consultado el 15 de agosto, 2017. Disponible en <http://www.oecd.org/mexico/Diagnostico-de-la-OCDE-sobre-la-Estrategia-de-Competencias-Destrezas-y-Habilidades-de-Mexico-Resumen-Ejecutivo.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2017). Consultado el 15 de agosto, 2017. Disponible en <https://www.oecd.org/eco/surveys/mexico-2017-OECD-Estudios-economicos-de-la-ocde-vision-general.pdf>
- Secretaría de Educación Pública (2014). Marco Mexicano de Cualificaciones (MMC) y Sistema de asignación, acumulación y transferencia de créditos y transferencia de créditos académicos. Consultado el 16 de agosto, 2018. Disponible en [http://www.contrrolescolar.sep.gob.mx/work/models/contrrolescolar/Resource/carpeta\\_pdf/anexo5.pdf](http://www.contrrolescolar.sep.gob.mx/work/models/contrrolescolar/Resource/carpeta_pdf/anexo5.pdf)
- Sectores Estratégicos, Reporte del Instituto del Emprendedor, INADEM (2017) Consultado el 16 de agosto, 2018. Disponible en <https://www.inadem.gob.mx/sectores-estrategicos-por-estado/baja-california/>
- World Economic Forum. (2018). The global competitiveness report: 2017-2018. New York, USA: World Economic Forum. Consultado el 16 de agosto, 2018. Disponible en <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>
- Prodep Perfil Deseanle, [http://www.dgesu.ses.sep.gob.mx/Documentos/DSA%20gobmx/PDF/CONVOCATORIA\\_PERFIL2020.pdf](http://www.dgesu.ses.sep.gob.mx/Documentos/DSA%20gobmx/PDF/CONVOCATORIA_PERFIL2020.pdf)
- Gutiérrez, M.: Rodolfo, Quinta Hélice Sistemática (QHS), un método para evaluar la competitividad internacional del sector electrónico en Baja California, México. Investigación Administrativa [en línea] 2012, (Julio-Diciembre): [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2018] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456045338003>> ISSN 1870-6614
- Martínez-Gutiérrez R. (2020) Methodology of Dictionaries of Sector Competences (DCS), to Design Standards of Professional Competences, Research and Labor. In: Nazir S., Ahram T., Karwowski W. (eds) Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences. AHFE 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1211. Springer, Cham. [http://doi-org-443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.1007/978-3-030-50896-8\\_46](http://doi-org-443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.1007/978-3-030-50896-8_46)
- Martínez-Gutiérrez R. (2020) Methodology of Dictionaries of Sector Competences (DCS), to Design Standards of Professional Competences, Research and Labor. In: Nazir S., Ahram T., Karwowski W. (eds) Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences. AHFE 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1211. Springer, Cham. [http://doi-org-443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.1007/978-3-030-50896-8\\_46](http://doi-org-443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.1007/978-3-030-50896-8_46)
- Martínez-Gutiérrez R., Cruz-Ibarra C. (2020) Psychosocial Risk Factors at Work: The Legal Compliance Model in Mexico. In: Arezes P., Boring R. (eds) Advances in Safety Management and Human Performance. AHFE 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1204. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50946-0\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50946-0_30)

## Notas Biográficas

El **Dr. Rodolfo Martínez Gutierrez** es Coordinador de Posgrado del Tecnológico Nacional de México (TNM) Campus Tijuana. Tiene Ingeniería Industrial y Maestría en Administración del TNM Tijuana, así mismo cuenta con Doctorado en Estudios del Desarrollo Global por la Universidad Autónoma de Baja California (PNPC-CONACYT), adicionalmente cuenta con un Doctorado Académico y Estancia Posdoctoral en el Centro de Investigación y Capacitación en Administración Pública de la Universidad de Costa Rica (CICAP-UCR). Reconocimiento PRODEP Certificación Académica ANFECA, Investigador Principal Proyecto: Diseño Metodológico QHS, para Diccionarios de Competencias Sectoriales (DCS) Competencias Profesionales e Investigación.

El **Dr. Carlos Hurtado Sánchez** es Candidato a SNI-CONACYT, cuenta Ingeniería en Sistemas Computacionales, Maestría en Tecnologías de la Información, Doctor en Ciencias por Universidad Autónoma de Baja California, Profesor del TNM Tijuana.

La **M.A. Carmen Esther Carey Raygoza**, es Profesora del Tecnológico Nacional de México, así mismo cuenta con Maestría en Administración por la Universidad Iberoamericana, Campus Tijuana, México.

La **M.A. Gabriela Lourdes Tapia González** es Profesora del TNM Tijuana, así mismo cuenta con Maestría en Administración por el TNM Tijuana, es Candidata a Doctora en Administración de Negocios, Escuela de Negocios del Pacífico, Tijuana, Baja California, México.

La **M.A. Beatriz Chávez Ceja** es Profesora del TNM Tijuana, así mismo cuenta con Maestría en Administración por el TNM Tijuana, es Candidata a Doctora en Administración de Negocios, Escuela de Negocios del Pacífico, Tijuana, Baja California, México.

La **Mtra. Marco Antonio Juárez Mendoza** es Profesor de la Universidad Tecnológica de Tijuana, así mismo cuenta con Líder de Cuerpo Académico ante PRODEP.

La **Dra. Alma Laura Bonilla Hernández** es Profesional de Salud, Escuela de Negocios del Pacífico, Tijuana, Baja California, México

El **Dr. Ángel Ernesto Jiménez Bernardino**, es Profesor de la Universidad de Guadalajara, México

El **Dr. Rodolfo Arce Portuguez**, es Profesor de la Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

El **Dr. Daniel Francisco Nagao Menezes**, es Profesor de la Universidad Mackensie, Brasil

El **Dr. Juan Fernando Álvarez**, es Profesor de la Universidad Javeriana, Colombia

El **Dr. Graciela Vidal Carvajal**, es Consultora Empresarial de La Serena, Chile

El **Dr. Erico Wulf Betancourt**, es Profesor de la Universidad de La Serena, Chile

# ENCADENAMIENTOS DE CAPACIDADES REGIONALES Y SUSTENTABLES POR MEDIO DE LA COMPETITIVIDAD E INNOVACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Dr. Rodolfo Martínez Gutiérrez<sup>1</sup>, Dr. Carlos Hurtado Sánchez<sup>2</sup>, Mtra. Carmen Esther Carey Raygoza<sup>3</sup>  
M.A. Gabriela Lourdes Tapia González<sup>4</sup>, M.A. Beatriz Chávez Ceja<sup>5</sup>, Dra. Alma Laura Bonilla Hernández<sup>6</sup>,  
M.A. Artemio Lara Chávez<sup>7</sup>, Dr. Ramon Galván Sánchez<sup>8</sup>, Dra. Mónica Carrillo-Beltrán<sup>9</sup>,  
Mtro. Juan Bautista Márquez Castillo<sup>10</sup>, Dr. Ángel Ernesto Jiménez Bernardino<sup>11</sup>, Dr. Roberto Cañedo Villarreal<sup>12</sup>

**Resumen**— El objetivo de esta investigación es identificar cuáles son las mejores prácticas empresariales en materia de ODS a nivel local, nacional e internacional que sirvan como referente para encaminar y adoptar este tipo de prácticas a las Pymes sector manufactura en Tijuana Baja California; detectar y evaluar los desperdicios, desechos y residuos generados a lo largo de su cadena de producción para identificar oportunidades de negocio que se puedan desarrollar; evaluar los factores críticos que propicien la Economía circular en este tipo de empresas de manufactura; así como generar un constructo para un modelo de economía circular. Es una investigación tipo cuantitativa con alcance descriptivo por el análisis documental para sustentar el marco teórico, así como entrevistas a empresarios que cuenten con las mejores prácticas; y con alcance correlacional para determinar si existe una relación entre las variables que tengan un impacto sobre el grado de implementación de la economía circular en las Pymes de manufactura. Se aplicará un cuestionario a una muestra representativa de empresas de dicho sector para conocer la gestión ambiental de sus procesos de producción. Los resultados aportarán información necesaria que podrá ser de utilidad para acciones de sensibilización y de asistencia técnica en el ámbito local para el desarrollo de capacidades de las Pyme.

**Palabras clave**— Encadenamientos regionales, Capacidades regionales, Clústeres sectoriales

## Introducción

Tijuana es una ciudad fronteriza que de acuerdo con cifras del INEGI 2015, contaba con un total de 1, 641,570 habitantes. La actividad económica enfocada a la industria manufactura, cuenta con 8489 unidades económicas en operación en Baja California, de las cuales el 95.8% pertenece a la Pyme, donde el 4.44% se ubican en Rosarito,

<sup>1</sup> Dr. Rodolfo Martínez Gutiérrez es Profesor del Tecnológico Nacional de México Campus Tijuana, México [rodolfo.martinez@tectijuana.edu.mx](mailto:rodolfo.martinez@tectijuana.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dr. Carlos Hurtado Sánchez, es Profesor del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [carlos.hurtado@tectijuana.edu.mx](mailto:carlos.hurtado@tectijuana.edu.mx)

<sup>3</sup> M.A. Carmen Esther Carey Raygoza, es Profesora del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [carmen.carey@tectijuana.edu.mx](mailto:carmen.carey@tectijuana.edu.mx)

<sup>4</sup> M.A. Gabriela Lourdes Tapia González, es Profesora del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [gabriela.tapia@tectijuana.edu.mx](mailto:gabriela.tapia@tectijuana.edu.mx)

<sup>5</sup> M.A. Beatriz Chávez Ceja, es Profesora del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [beatrizchavezitt@hotmail.com](mailto:beatrizchavezitt@hotmail.com)

<sup>6</sup> Dra. Alma Laura Bonilla Hernández, Escuela de Negocios de Pacífico, Tijuana, Baja California, México [direccion.medica@ssmedicalcenter.com](mailto:direccion.medica@ssmedicalcenter.com)

<sup>7</sup> M.A. Artemio Lara Chávez, es Profesor del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [artemio.lara@tectijuana.edu.mx](mailto:artemio.lara@tectijuana.edu.mx)

<sup>8</sup> Dr. Ramon Galván Sánchez, es Profesor del Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada, México [ramon.galvan@uabc.edu.mx](mailto:ramon.galvan@uabc.edu.mx)

<sup>9</sup> Dra. Mónica Carrillo-Beltrán, es Profesora del Universidad Autónoma de Baja California, Campus Mexicali, México [monica@uabc.edu.mx](mailto:monica@uabc.edu.mx)

<sup>10</sup> Mtro. Juan Bautista Márquez Castillo, es Profesor del Universidad Tecnológica de Tijuana, México [juan.bautista@uttijuana.edu.mx](mailto:juan.bautista@uttijuana.edu.mx)

<sup>11</sup> Dr. Ángel Ernesto Jiménez Bernardino, es Profesor de la Universidad de Guadalajara, México [beatrizchavezitt@hotmail.com](mailto:beatrizchavezitt@hotmail.com)

<sup>12</sup> Dr. Roberto Cañedo Villarreal, es Profesor de la Universidad Autónoma de Guerrero, Campus Acapulco, México [roberto.canedo@yahoo.com](mailto:roberto.canedo@yahoo.com)

10.47% en Tecate, 28.3% en Mexicali, 36.7% en Ensenada y 45.6% en Tijuana de acuerdo con INEGI (2019). Esto hace evidente la importancia de este tipo de industria por la parte fundamental que representa para la economía y por la gran preocupación que existe hoy en día por el cuidado del medio ambiente a nivel mundial; la industrialización es un factor decisivo por su actuación en el medio físico con efectos negativos, como la producción de residuos, desechos y contaminantes. Por lo tanto, las empresas cada vez deben ser más conscientes de que la gestión ambiental es un factor que deben tener en cuenta en el día a día de sus actividades; en el caso de las Pymes este tipo de gestión no ha sido incorporada como una práctica rutinaria, por lo que su desempeño ambiental depende de la presión que ejerzan los clientes, autoridades o comunidad. (Martínez et al., 2016).

En tal sentido es importante crear una conciencia ambiental, donde las empresas Pyme del sector manufactura estandaricen sus diversas practicas relacionadas con el desperdicio, desecho y residuo, que además trae como consecuencia la mejora de los procesos.

Bajo este escenario la economía circular representa una oportunidad para dar respuesta a esta problemática, por ser un paradigma que busca el desarrollo sostenible al proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación al proponer estrategias en la cadena de producción. Este tipo de modelo se apoya en el principio de las 3Rs (Reducir, Reusar y Reciclar) y se puede poner en práctica en todo el ciclo de vida de los productos (Prieto-Sandoval et al., 2017). Además de reducir los impactos negativos de la economía lineal genera oportunidades económicas y comerciales (Arroyo, 2018).

Otro aspecto fundamental de la economía circular está relacionado con la transversalidad de las prácticas y principios para alcanzar las metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que en este caso impacta positivamente en el ODS12 (Producción y consumo responsable) (García, 2019).

### **Descripción del Método**

El enfoque de esta investigación es cuantitativa con alcance descriptivo y correlacional; descriptivo porque se procederá a recopilar información de investigaciones similares y casos de estudio para el análisis documental que serán el sustento para el marco teórico, una vez realizada la revisión de los datos secundarios se llevaran a cabo entrevistas semiestructuradas a gerentes de grandes empresas con la finalidad de consensar cuales son las mejores prácticas en materia de economía circular que será un referente para las Pymes; y de tipo correlacional para determinar si existe una relación entre las variables que tengan un impacto sobre el grado de implementación de la economía circular en las Pymes de manufactura en Tijuana Baja California, para ello se desarrollara un modelo de ecuaciones estructurales.

El universo de estudio está comprendido por empresas Pymes sector manufactura de acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) INEGI (2019). El tipo de muestreo es estratificado proporcionado con la finalidad de tener una muestra representativa para estudiar características particulares en las 13 clasificaciones de empresas sector manufactura que presenta el DENUE.

Para el cálculo de la muestra representativa, se utilizará la ecuación de población finita, el tamaño de la población (universo) se determinará de la base de datos del total de empresas Pyme sector manufactura registradas en el DENUE, con un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5%, 50% de probabilidad a favor y 50% de probabilidad en contra. Los sujetos de estudio de la presente investigación son los propietarios o gerentes de las empresas Pymes sector manufactura en Tijuana, Baja California La validez del instrumento se utilizará el método de juicio de expertos y la confiabilidad con la prueba de alfa de Cronbach y análisis factorial confirmatorio.

Para el trabajo de campo se invitará a participar a las empresas seleccionadas (vía muestreo estratificado proporcionado), las cuales serán notificadas 3 días hábiles antes de la aplicación de la entrevista a fin de agendar cita para aplicar el cuestionario sobre gestión ambiental.

Una vez determinados los resultados se correlacionarán los datos obtenidos para el análisis e interpretación de la información, donde el software utilizado será el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

## Resultados del instrumento de investigación aplicada

Los resultados aportarán información necesaria que podrá ser de utilidad para acciones de sensibilización y de asistencia técnica en el ámbito local para el desarrollo de capacidades de las Pyme para su transición a la Economía Circular. Registro de autor de una base de datos de los resultados obtenidos ante INDAUTOR.

El proyecto de investigación se orienta a una descripción clara de la participación sistémica sectorial, así como de la atención del proyecto a demandas específicas, como es el caso de Empresa sector privado, Organismo sector gubernamental, Organismo no gubernamental. En el Sector privado. La investigación a empresas sobre casos de estudios locales, nacionales e internacionales que han implementado mejores prácticas de economía circular permitirá crear un observatorio de las mejores prácticas en materia de ODS para ser un referente a la Pymes sector manufactura en Tijuana, Baja California. Y un referente regional y nacional para los empresarios de las empresas de manufactura en Tijuana participaran en la identificación de los desperdicios, desechos y residuos generados a lo largo de su cadena de producción para identificar oportunidades de negocio, así como la mejora de su calidad en sus procesos de producción. Sector gubernamental. La participación del sector gubernamental será en proporcionar información de las iniciativas que han generado en materia de economía circular. Los resultados de la investigación permitirán a este sector contar con información precisa sobre las necesidades de las Pymes sector manufactura para mejorar sus prácticas relacionadas con economía circular; y así tomar mejores decisiones al proponer nuevas estrategias para apoyar su transición en esta materia

Se aborda un tema coyuntural y transversal como lo es el modelo de Economía Circular, con el cual se pretende generar datos e información actualizada sobre las mejores prácticas y estrategias para cambiar el modelo actual de producción en las Pymes sector manufactura, así como crear conciencia y ampliar el conocimiento sobre un mejor manejo de gestión ambiental Después de hacer una revisión en las principales bases de datos académicos se encontró que existen muy pocas publicaciones que han destacado la aplicación de la Economía Circular en México, sin embargo se evidencia que existen investigaciones en otros países, sobre todo en la comunidad europea donde se pone de manifiesto la importancia que ha adquirido el cuidado del medio ambiente, los efectos negativos de la generación de residuos, así como el desarrollo de estrategias de economía circular en el ámbito regional que pueden ser referentes para esta investigación Al incorporar el ODS 12 en los procesos de producción, significa que se pueden integrar criterios de economía circular en la organización, mediante políticas de prevención, reducción, reutilización, reciclaje y valoración de residuos, adaptando prácticas sostenibles

La propuesta de proyecto está alineada con el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2019-2023 de la Universidad Autónoma de Baja California en el eje transversal sobre Cuidado del Medio Ambiente, donde la Universidad propone que debe fortalecer su sentido de responsabilidad social desde la perspectiva ambiental y del desarrollo sostenible. Así mismo un trabajo colaborativo con el Tecnológico Nacional de México Campus Tijuana, a través del apoyo de vinculación de la Comisión de Impulso a la Economía Social del Ecosistema de Desarrollo Económico del Ayuntamiento de Tijuana, así mismo se esta desarrollando un trabajo de investigación colaborativo con la Universidad Tecnológica de Tijuana, Universidad de Guadalajara, Escuela de Negocios del Pacifico de la ciudad de Tijuana.

### Objetivos

1. Identificar cuáles son las mejores prácticas empresariales en materia de ODS de las metas ONU2030 a nivel local, nacional e internacional que sirvan como referente para encaminar y adoptar este tipo de prácticas a las Pymes sector manufactura en Tijuana Baja California.
2. Detectar y evaluar los desperdicios, desechos y residuos generados a lo largo de su cadena de producción para identificar oportunidades de negocio que se puedan desarrollar.
3. Evaluar los factores críticos que propicien la Economía circular en las empresas de manufactura en Tijuana, Baja California.
4. Generar un constructo para un modelo de economía circular.

### Metas

1. Dar a conocer los resultados de la investigación por lo menos a dos diferentes dependencias federales, estatales y municipales de Tijuana y un organismo no gubernamental.
2. Generar un modelo para la explicación de los factores que intervienen en la Economía circular.
3. Elaborar por lo menos dos artículos para su publicación y difusión.
4. Formación de por lo menos dos tesis de licenciatura.

## Comentarios Finales

Los resultados aportarán información necesaria que podrá ser de utilidad para acciones de sensibilización y de asistencia técnica en el ámbito local para el desarrollo de capacidades de las Pyme. El objetivo de esta investigación es identificar cuáles son las mejores prácticas empresariales en materia de ODS a nivel local, nacional e internacional que sirvan como referente para encaminar y adoptar este tipo de prácticas a las Pymes sector manufactura en Tijuana Baja California; detectar y evaluar los desperdicios, desechos y residuos generados a lo largo de su cadena de producción para identificar oportunidades de negocio que se puedan desarrollar; evaluar los factores críticos que propicien el encadenamiento sectorial y impulsen la competitividad sistémica por medio de estrategias del desarrollo de diccionarios de competencias sectorial y la integración sectorial.

## Referencias

- Arroyo, F., Bravo, D., & Rivera, M. (2018). Economía circular: Un camino hacia un Quito más sostenible. *Revista de la Universidad Internacional del Ecuador INNOVA Research Journal* 2018. 3 (11) 139-158. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n11.2018.767>
- García. (2019). La Economía Circular y los Objetivos de Desarrollo Sostenible en las Américas. *Plataforma Economía Circular* <https://www.pec-americas.com/single-post/2019/05/17/La-Econom%C3%ADa-Circular-y-los-Objetivos-de-Desarrollo-Sostenible-en-las-Am%C3%A9ricas>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). *Data México*. Secretaría de Economía <https://datamexico.org/es/profile/geo/tijuana>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2019) *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Actividad Económica Industria Manufacturera <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Martínez, R., Vera, M., Vera, J. & González. (2016). Gestión ambiental empresarial en las micro y pequeñas empresas procesadoras de alimentos ubicadas en Puebla, México. *Revista Global de Negocios IBFR*. 3 (11) 53-64n [https://www.theibfr.com/download/rgn/2016-rgn/rgn-v4n4-2016\\_2/RGN-V4N4-2016-4.pdf](https://www.theibfr.com/download/rgn/2016-rgn/rgn-v4n4-2016_2/RGN-V4N4-2016-4.pdf)
- Plan de Desarrollo Institucional 2019-2023 (2019) *Políticas, estrategias y acciones institucionales*. Cuidado del medio ambiente 118-119 [http://www.uabc.mx/planeacion/pdi/2019-2023/PDI\\_2019-2023.pdf](http://www.uabc.mx/planeacion/pdi/2019-2023/PDI_2019-2023.pdf)
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, núm. 15, (85-95) <http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/308/366>
- Arroyo, F. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *Revista de la Universidad Internacional del Ecuador INNOVA Research Journal* 2018. 3 (12) 78-98. <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/786>
- Balboa, C. & Domínguez, M. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. *Revista Informador Técnico (Colombia)* 78 (1) 82 – 90. [https://www2.uned.es/egi/publicaciones/articulos/Economia\\_circular\\_como\\_marco\\_para\\_el\\_ecodiseno\\_el\\_modelo\\_ECO-3](https://www2.uned.es/egi/publicaciones/articulos/Economia_circular_como_marco_para_el_ecodiseno_el_modelo_ECO-3)
- Lotero, L. (2018). La gestión de la calidad de los proyectos bajo la perspectiva de la Economía Circular. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*. V12, No. Especial UCIENCIA, 71-88 <http://scielo.sld.cu/pdf/rcci/v12s1/rcci06518.pdf>
- Lewandowski, M. (2016). *Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual*
- Informe Brundtland (1987). *Nuestro futuro común*. Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427> (consultado el 19 de abril de 2020).
- Martínez Gutiérrez, R. (1). Quinta Hélice Sistémica (qhs), un modelo para el desarrollo de políticas públicas. *Cooperativismo & Desarrollo*, 20(101). Recuperado a partir de <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/co/article/view/17>

### Notas Biográficas

El **Dr. Rodolfo Martínez Gutiérrez** es Coordinador de Posgrado del Tecnológico Nacional de México (TNM) Campus Tijuana. Tiene Ingeniería Industrial y Maestría en Administración del TNM Tijuana, así mismo cuenta con Doctorado en Estudios del Desarrollo Global por la Universidad Autónoma de Baja California (PNPC-CONACYT), adicionalmente cuenta con un Doctorado Académico y Estancia Posdoctoral en el Centro de Investigación y Capacitación en Administración Pública de la Universidad de Costa Rica (CICAP-UCR). Reconocimiento PRODEP Certificación Académica ANFECA, Investigador Principal Proyecto: Diseño Metodológico QHS, para Diccionarios de Competencias Sectoriales (DCS) Competencias Profesionales e Investigación.

El **Dr. Carlos Hurtado Sánchez** es Candidato a SNI-CONACYT, cuenta Ingeniería en Sistemas Computacionales, Maestría en Tecnologías de la Información, Doctor en Ciencias por Universidad Autónoma de Baja California, Profesor del TNM Tijuana.

La **M.A. Carmen Esther Carey Raygoza**, es Profesora del Tecnológico Nacional de México, así mismo cuenta con Maestría en Administración por la Universidad Iberoamericana, Campus Tijuana, México.

La **M.A. Gabriela Lourdes Tapia González** es Profesora del TNM Tijuana, así mismo cuenta con Maestría en Administración por el TNM Tijuana, es Candidata a Doctora en Administración de Negocios, Escuela de Negocios del Pacífico, Tijuana, Baja California, México.

La **M.A. Beatriz Chávez Ceja** es Profesora del TNM Tijuana, así mismo cuenta con Maestría en Administración por el TNM Tijuana, es Candidata a Doctora en Administración de Negocios, Escuela de Negocios del Pacífico, Tijuana, Baja California, México.

La **Dra. Alma Laura Bonilla Hernández** es Profesional de Salud, Escuela de Negocios del Pacífico, Tijuana, Baja California, México

El **M.A. Artemio Lara Chávez** es Profesor del TNM Tijuana, así mismo cuenta con Licenciatura en Administración y Maestría en Administración por el TNM Tijuana, Jefe de Vinculación y Gestión Tecnológica del TNM Tijuana.

El **Dr. Ramon Galván Sánchez**, es Profesor del Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada, México.

La **Dra. Mónica Carrillo-Beltrán**, es Profesora del Universidad Autónoma de Baja California, Campus Mexicali, México.

El **Mtro. Juan Bautista Márquez Castillo**, es Profesor del Universidad Tecnológica de Tijuana, México.

El **Dr. Ángel Ernesto Jiménez Bernardino**, es Profesor de la Universidad de Guadalajara, México.

Dr. **Roberto Cañedo Villarreal**, es Profesor de la Universidad Autónoma de Guerrero, Campus Acapulco, México.

# EFFECTOS DE LA PANDEMIA COVID-19 EN LA INNOVACIÓN ORGANIZACIONAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN EN BAJA CALIFORNIA: UNA VISIÓN SISTÉMICA

Dr. Rodolfo Martínez Gutiérrez<sup>1</sup>, Dr. Carlos Hurtado Sánchez<sup>2</sup>, Mtra. Carmen Esther Carey Raygoza<sup>3</sup>  
M.A. Gabriela Lourdes Tapia González<sup>4</sup>, M.A. Beatriz Chávez Ceja<sup>5</sup>, Dra. Alma Laura Bonilla Hernández<sup>6</sup>,  
M.A. Artemio Lara Chávez<sup>7</sup>, Dra. Mónica Carrillo-Beltrán<sup>8</sup>, Dr. Ramon Galván Sánchez<sup>9</sup>  
Mtro. Juan Bautista Márquez Castillo<sup>10</sup>

**Resumen**— El efecto histórico de la pandemia COVID-19 con repercusiones a nivel internacional puso a prueba todas las capacidades sistémicas a nivel global y local, retando a los distintos sectores de la sociedad a reflexionar sobre las capacidades de innovación organizacional y una prueba para los sistemas de gestión para actuar de manera eficiente y eficaz, bajo el enfoque metodológico de la Quinta Hélice Sistémica (QHS) se plantea una investigación documental como aporte y sistematización de las mejores prácticas de integración sectorial e innovación para la reactivación y continuidad segura de los sectores de la sociedad, en México el Estado de Baja California con sus municipios fronterizos de Tijuana, Tecate y Mexicali, los cuales colindan con las ciudades de San Diego, Tecate y Calexico California en Estados Unidos de América (EE.UU) representaron la mega región con mayor afectación y efectos colaterales en la salud pública y la economía local, regional e internacional de México

**Palabras clave**—Desarrollo Sistémico, Sistemas de Gestión, Innovación organizacional

## Introducción

El análisis de los efectos de la pandemia COVID-19 en los distintos sectores de la sociedad han generado reflexiones de innovación organizacional; que monitoree las necesidades sectoriales regionales, las capacidades de encadenamiento, perfil requeridos para la efectiva integración de las ingenierías a los retos de la sociedad y desarrollo de respuestas a las necesidades de la sociedad como es el caso de la contingencia de la pandemia del COVID-19; para lo cual se plantea, desde el trabajo coordinado entre instituciones de Educación Media y Superior, Organismos empresariales, Gobierno y representantes de la Sociedad Civil, el desarrollo de proyecto de economía social, para atender la necesidad de concientización sanitaria, a través de las capacidades y encadenamientos regionales, impulsando la integración sectorial con el respaldo del sector educativo. Dará una respuesta a la emergencia global de

<sup>1</sup> Dr. Rodolfo Martínez Gutiérrez es Profesor del Tecnológico Nacional de México Campus Tijuana, México [rodolfo.martinez@tectijuana.edu.mx](mailto:rodolfo.martinez@tectijuana.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dr. Carlos Hurtado Sánchez, es Profesor del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [carlos.hurtado@tectijuana.edu.mx](mailto:carlos.hurtado@tectijuana.edu.mx)

<sup>3</sup> M.A. Carmen Esther Carey Raygoza, es Profesora del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [carmen.carey@tectijuana.edu.mx](mailto:carmen.carey@tectijuana.edu.mx)

<sup>4</sup> M.A. Gabriela Lourdes Tapia González, es Profesora del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [gabriela.tapia@tectijuana.edu.mx](mailto:gabriela.tapia@tectijuana.edu.mx)

<sup>5</sup> M.A. Beatriz Chávez Ceja, es Profesora del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [beatrizchavezitt@hotmail.com](mailto:beatrizchavezitt@hotmail.com)

<sup>6</sup> Dra. Alma Laura Bonilla Hernández, Escuela de Negocios de Pacífico, Tijuana, Baja California, México [direccion.medica@ssdmedicalcenter.com](mailto:direccion.medica@ssdmedicalcenter.com)

<sup>7</sup> M.A. Artemio Lara Chávez, es Profesor del Tecnológico Nacional de México, Campus Tijuana, México [artemio.lara@tectijuana.edu.mx](mailto:artemio.lara@tectijuana.edu.mx)

<sup>8</sup> Dr. Ramon Galván Sánchez, es Profesor del Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada, México [ramon.galvan@uabc.edu.mx](mailto:ramon.galvan@uabc.edu.mx)

<sup>9</sup> Dra. Mónica Carrillo-Beltrán, es Profesora del Universidad Autónoma de Baja California, Campus Mexicali, México [monica@uabc.edu.mx](mailto:monica@uabc.edu.mx)

<sup>10</sup> Mtro. Juan Bautista Márquez Castillo, es Profesor del Universidad Tecnológica de Tijuana, México [juan.bautista@uttijuana.edu.mx](mailto:juan.bautista@uttijuana.edu.mx)

la pandemia COVID-19, esta investigación documental es continuidad del proyecto de diseñar y desarrollar un observatorio del nivel del avance de la implementación de es la atención a las necesidades de la ciudadanía que requiere apoyo para la protección antibacterial y una efectiva concientización del cuidado preventivo para evitar contagios en las actividades cotidianas y en los espacios públicos. Es por ello por lo que a través de acciones de un observatorio que coordine la integración de todos los sectores de la sociedad representa una oportunidad para hacer un frente común, en beneficio de la comunidad, por medio del encadenamiento de las capacidades regionales. La etapa única del proyecto incluye la definición de las prioridades de equipo de protección respiratoria, caretas y gel antibacterial, lo anterior como base para desarrollar por medio de actividades de economía social de acuerdo con la OMS y al Gobierno de México. Como producto de los efectos del COVID-19 el distanciamiento social y el llamado a quedarse en casa han cambiado la dinámica laboral, escolar, familiar y social de muchas personas, que de un día para otro han tenido que adaptarse a esquemas de home office o de educación a distancia, a integrar el trabajo con la propia convivencia familiar y a limitar todo tipo de actividades fuera de casa, entre muchas otros aspectos que se han visto alterados (OMS, 2020).

### Descripción del Método

El proyecto de investigación sustenta la metodología de integración sistémica por medio de la metodología de la QHS que articula la Academia, Industria y Gobierno, así como los retos de las competencias profesionales que establece la OCDE para el fortalecimiento de las capacidades de desarrollo. La presente propuesta integra un equipo de trabajo multidisciplinario interinstitucional con capacidades técnicas de infraestructura y administrativas de los participantes en el proyecto del desarrollo de un OBSERVATORIO que monitoree las necesidades sectoriales regionales, las capacidades del encadenamiento, perfil requeridos para la efectiva integración de las ingenierías a los retos de la sociedad y desarrollo de respuestas a las necesidades de la sociedad como es el caso de la contingencia de la pandemia del COVID-19; para lo cual se plantea, desde el trabajo coordinado entre instituciones de Educación Media y Superior, Organismos empresariales, Gobierno y representantes de la Sociedad Civil, impulsando el emprendimiento productivo de la Economía Social con el respaldo del sector educativo.

Demanda específica para abordar: Validación y/o producción nacional de materiales, dispositivos y/o equipos médicos estratégicos con materiales endémicos o de fácil acceso en el país y de bajo costo. La propuesta del proyecto de investigación se orienta al desarrollo y producción de KIT SANITARIO COVID-19 y APP EDUCATIVA que sirvan de apoyo inmediato para la contención de la pandemia. El Kit servirá para el apoyo en familias, escuelas y la sociedad en general durante la contingencia de salud, en espacios públicos para la protección comunitaria.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2020), los coronavirus son una extensa familia de virus que pueden causar enfermedades tanto en animales como en humanos. En los humanos, se sabe que varios coronavirus causan infecciones respiratorias que pueden ir desde el resfriado común hasta enfermedades más graves como el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) y el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS). El coronavirus que se ha descubierto más recientemente causa la enfermedad por coronavirus COVID-19. Tanto el nuevo virus como la enfermedad eran desconocidos antes de que estallara el brote en Wuhan, China en diciembre 2019. Este acontecimiento ha generado una alerta y prioridad para la ciudadanía en todo el mundo. Para México y en cada región de la población del territorio nacional, es necesario que esfuerzos de disciplinas intelectuales y sectoriales repliquen esfuerzos de apoyo para la organización de actividades de economía social para desarrollo, producción y distribución de KITS. En México y en especial la Zona del Noroeste, focalizando la región fronteriza de las ciudades de Tijuana, Tecate y Mexicali, que colindan con las ciudades de San Diego, Tecate y Calexico, California en los Estados Unidos de América. Se han visto afectadas y rebasada la capacidad de equipo de protección respiratoria, gel antibacterial, caretas y sobre todo la concientización masiva y precisa de como mitigar los efectos de contagios por falta de cuidados y prevención. En la Tabla 1 se presentan los objetivos específicos y metas de casa objetivo a desarrollar ante la contingencia global que ha afecta la seguridad y salud publica en todos los sectores de la sociedad.

Los servicios de prevención y tratamiento de las enfermedades no transmisibles (ENT) se han visto gravemente afectados desde el comienzo de la pandemia de COVID-19, según una encuesta de la OMS publicada hoy. La encuesta, que fue completada por 155 países durante un período de tres semanas en mayo, confirmó que el impacto es mundial, pero que los países de ingresos bajos son los más afectados. Esta situación es muy preocupante porque las personas que viven con ENT corren un mayor riesgo de enfermarse gravemente de COVID-19 y morir.

OMS: el impacto psicológico del COVID-19 en la sociedad no debe ser ignorado Ver Tabla 1 Efectos de los ODS por COVID-19. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) subrayó hoy que la amenaza del COVID-19 y el confinamiento están causando un fuerte impacto psicológico en las sociedades que debe atenderse con "medidas imaginativas".

**Tabla 1 Efectos de la COVID-10 en los ODS**



Fuente: Pacto Mundial 2020

### Resultados del instrumento de investigación aplicada

Una respuesta a la emergencia global de la pandemia COVID-19, es la atención a las necesidades de la ciudadanía que requiere apoyo para la protección antibacteriana y una efectiva concientización del cuidado preventivo para evitar contagios en las actividades cotidianas y en los espacios públicos. Es por ello que a través de acciones de un observatorio que coordine la integración de todos los sectores de la sociedad representa una oportunidad para hacer un frente común, en beneficio de la comunidad, por medio del encadenamiento de las capacidades regionales. La etapa única del proyecto incluye la definición de las prioridades de equipo de protección respiratoria, caretas y gel antibacteriano, lo anterior como base para desarrollar por medio de actividades de economía social y comunitaria el desarrollo de cubrebocas y con la colaboración de instituciones de Educación Media y Superior el desarrollo de equipo de caretas y gel antibacteriano en alto volumen, para atender la contingencia en los espacios públicos, en los hogares y centros comunitarios.

**DESCRIPCIÓN DE LA META** Desarrollo de un programa de integración sectorial que genere economía social con producción de KIT SANITARIO COVID-19 y APP EDUCATIVA, para proveer a la ciudadanía y en espacios públicos acciones que mitiguen y mejoren la salud pública, así como el bienestar común.

Demanda específica a abordar:

Para la demanda, se deberá incluir información como:

- Nombre del dispositivo:  
KIT SANITARIO COVID-19
- Tipo de dispositivo:  
Cubrebocas, Careta, Gel Antibacterial
- Materiales  
Textil especial para cubrebocas con cordón elástico
- Uso potencial del material, dispositivo o equipo:  
Uso general para toda la población en espacios públicos, escuelas y en los centros de laborales y comunitarios.
- Potencial de reutilización  
Bajo medidas de instrucciones de mantenimiento y cuidado puede reutilizarse
- Información sobre calidad, seguridad y efectividad  
Se utilizará material aprobado y certificado como medida de protección respiratoria, considerando aspectos de prevención de efectos secundarios, así como el impacto ecológico.
- Alcances de la producción

Es por ello que, a través de la investigación de los EFECTOS DE LA PANDEMIA COVID-19 EN LA INNOVACIÓN ORGANIZACIONAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN EN BAJA CALIFORNIA: UNA VISIÓN SISTÉMICA de coordinación e integración de los sectores de Educación Media y Superior, Empresas, Organismos Empresariales y Gobierno Municipal, se ha creado una Comisión de Impulso a la Economía Social, para identificar acciones y propuestas que necesarias del bien común desde las necesidades que impactan en los diversos sectores de sociedad. El desarrollo del proyecto de investigación involucra la coordinación e integración de los sectores de Educación Media y Superior, Empresas, Organismos Empresariales y Gobierno Municipal, se ha creado una Comisión de Impulso a la Economía Social, para identificar acciones y propuestas necesarias de bien común desde las necesidades que impactan en los diversos sectores de sociedad. En México y en especial la Zona del Noroeste, focalizando la región fronteriza de las ciudades de Tijuana, Tecate y Mexicali, que colindan con las ciudades de San Diego, Tecate y El Calexico, California en los Estados Unidos de América. Debido a que se han visto afectadas y rebasada la capacidad de equipo de protección respiratoria, gel antibacterial, caretas, pero sobre todo en la concientización masiva y precisa de como mitigar los efectos de contagios por falta de cuidados y prevención.

### **Comentarios Finales**

Los beneficios y resultados de la presente investigación impactarán directamente en la salud pública y las acciones educativas que mitigarán los riesgos de contagios ante la pandemia, generando el análisis de pertinencia de los programas de estudios, la responsabilidad social y la integración a las necesidades sectoriales. Como beneficio adicional se validarán los perfiles de competencias profesionales demandados por el sector productivo, al igual que en la cadena de suministro, proveeduría local, a través de la generación del conocimiento científico y tecnológico.

De acuerdo a la ONU y programa de PNUD (2020) establece y recomienda como una estrategia de alta eficacia para cerrar las brechas educacionales y fortalecer la cohesión social es la implementación de sistemas colaborativos de aprendizaje entre alumnos de las mismas aulas. En cualquier caso, las medidas que finalmente se lleven a cabo deberán ser elegidas de manera sensata y tomando en consideración todo el conocimiento científico disponible. Mientras tanto, la evidencia reciente sugiere que las intervenciones que incitaban al distanciamiento social, como el cierre de escuelas y políticas de cuarentena nacional, han alcanzado satisfactoriamente sus objetivos y han evitado una mayor cantidad de muertes. Los próximos pasos a seguir deberán focalizarse en el control de la transmisión del COVID-19, salvar vidas y, al mismo tiempo, tener en consideración los intereses de familias vulnerables. Esto último será crucial en el plan de prevención de una crisis social en el largo plazo.

## Referencias

- Informe Brundtland (1987). Nuestro futuro común. Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427> (consultado el 19 de abril de 2020).
- Delgado-Bravo, Adriana Isabel, & Naranjo-Toro, Miguel, & Castillo, Rocío, & Basante, Yudy, & Rosero-Otero, Mildred (2014). Tendencias de investigación en salud. Análisis y reflexiones. *Aquichan*, 14(2),237-250.[fecha de Consulta 24 de Abril de 2020]. ISSN: 1657-5997. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=741/74131358010>
- Fundación para la Economía Circular (s. f). Economía circular. Recuperado de <http://economiecircular.org/> (consultado el 21 de abril de 2020).
- Giacometti-Rojas, Luis Fernando (2013). Innovación tecnológica y desarrollo de ventaja competitiva en la atención a la salud: enfoque conceptual y metodológico. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 12(25),66-82.[fecha de Consulta 23 de Abril de 2020]. ISSN: 1657-7027. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=545/54529181006>
- Hernández López, M.H. (2017). Economía social y solidaria: implicaciones para el desarrollo. Cuadernos de Investigación, 4. México: UNAM-FCA, División de Investigación (en prensa).
- Kliksberg, B. (1999). Capital social y cultura, claves esenciales del desarrollo. *Revista de la CEPAL*, 69, 85-102.
- Lara, G. y M. Maldonado (2014). ¿Qué es la economía social y solidaria? En Lara, G y Maldonado, M. (coords.). Modelos emergentes de desarrollo en la economía social y solidaria. México: Miguel Angel Porrúa y Universidad Autónoma de Querétaro.
- Lederman, D., Messina, J., Pienknagura S. y Rigolini, J. (2014). El emprendimiento en América Latina: muchas empresas y poca innovación. Washington, DC: Banco Mundial.
- Martínez Gutiérrez, R. (1). Quinta Hélice Sistémica (qhs), un modelo para el desarrollo de políticas públicas. *Cooperativismo & Desarrollo*, 20(101). Recuperado a partir de <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/co/article/view/17>
- SALUD, México supera los 200 muertos por Covid-19; confirman 3,844 contagiados <https://www.youtube.com/watch?v=uiuHpOhVXy4>
- <https://www.who.int/es/news-room/detail/01-06-2020-covid-19-significantly-impacts-health-services-for-noncommunicable-diseases>
- <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Impactos-sociales-y-ambientales-del-Covid-19-una-breve-reflexion-20200413-0110.html>
- <https://www.dw.com/es/oms-el-impacto-psicol%C3%B3gico-del-covid-19-en-la-sociedad-no-debe-ser-ignorado/a-52925095>
- <https://www.pactomundial.org/2020/04/los-efectos-de-la-covid-19-en-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

## Notas Biográficas

El **Dr. Rodolfo Martínez Gutierrez** es Coordinador de Posgrado del Tecnológico Nacional de México (TNM) Campus Tijuana. Tiene Ingeniería Industrial y Maestría en Administración del TNM Tijuana, así mismo cuenta con Doctorado en Estudios del Desarrollo Global por la Universidad Autónoma de Baja California (PNPC-CONACYT), adicionalmente cuenta con un Doctorado Académico y Estancia Posdoctoral en el Centro de Investigación y Capacitación en Administración Pública de la Universidad de Costa Rica (CICAP-UCR). Reconocimiento PRODEP Certificación Académica ANFECA, Investigador Principal Proyecto: Diseño Metodológico QHS, para Diccionarios de Competencias Sectoriales (DCS) Competencias Profesionales e Investigación.

La **Dra. Alma Laura Bonilla Hernández** es Profesional de Salud, Escuela de Negocios del Pacifico, Tijuana, Baja California, México

La **M.A. Gabriela Lourdes Tapia González** es Profesora del TNM Tijuana, así mismo cuenta con Maestría en Administración por el TNM Tijuana, es Candidata a Doctora en Administración de Negocios, Escuela de Negocios del Pacifico, Tijuana, Baja California, México

El **Dr. Carlos Hurtado Sánchez** es Candidato a SNI-CONACYT, cuenta Ingeniería en Sistemas Computacionales, Maestría en Tecnologías de la Información, Doctor en Ciencias por Universidad Autónoma de Baja California, Profesor del TNM Tijuana.

La **M.A. Beatriz Chávez Ceja** es Profesora del TNM Tijuana, así mismo cuenta con Maestría en Administración por el TNM Tijuana, es Candidata a Doctora en Administración de Negocios, Escuela de Negocios del Pacifico, Tijuana, Baja California, México

El **M.A. Artemio Lara Chávez** es Profesor del TNM Tijuana, así mismo cuenta con Licenciatura en Administración y Maestría en Administración por el TNM Tijuana, Jefe de Vinculación y Gestión Tecnológica del TNM Tijuana.

# Operatividad del concepto sustentabilidad en el ámbito empresarial

Dra. Adriana Martínez Lecuona<sup>1</sup>, Mtra. Ivette Flores Jiménez<sup>2</sup>,  
Mtra. Ruth Flores Jiménez<sup>3</sup>, Mtra. Delia Iliana Tapia Castillo<sup>4</sup> y Dr. Martín Badillo Maldonado<sup>5</sup>

**Resumen**— Como resultado del análisis de la literatura académica-científica sobre sustentabilidad, las diferentes aportaciones muestran la operatividad del concepto en el ámbito empresarial. Partiendo de estas aportaciones se articula el constructo “sustentabilidad corporativa”. Sin embargo, no existe un consenso en la definición del constructo. Con el propósito de homologar su interpretación en el lenguaje científico, se identificaron los criterios y atributos de las aportaciones más significativas del constructo para sugerir una definición que concentra las contribuciones realizadas hasta hoy. Para este trabajo, la sustentabilidad corporativa es la incorporación de objetivos económicos, sociales y ambientales en la estrategia de la empresa y su articulación con los criterios de eco-eficiencia, eco-efectividad, socio-eficiencia y socio-efectividad, de forma inclusiva, equitativa, prudente, segura, resiliente y confiable; para crear valor a través de la entrega de beneficios que satisfagan las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades futuras de los diferentes grupos de interés.

**Palabras clave**— Sustentabilidad, desarrollo sustentable y sustentabilidad corporativa.

## Introducción

Actualmente, la sustentabilidad se ha transformado en un elemento de suma importancia para el manejo de los recursos colocándose el centro de las agendas de organismos de investigación, organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y de otros grupos en todo el planeta. Hacer operativo el concepto en el ámbito de los negocios, continúa siendo el centro de una discusión muy amplia por la diversidad, amplitud y profundidad de temas que abarca en el entorno empresarial, así como por las dimensiones que comprende la sustentabilidad.

La finalidad de esta investigación es presentar el desarrollo teorizante que describe la forma en que la sustentabilidad se conceptualiza, desde sus inicios hasta nuestros días, cómo se traduce el concepto para convertirse en un constructo; pero sobre todo, la forma en que se hace operativo este constructo en el ámbito empresarial.

## Descripción del Método

El desarrollo progresivo del concepto sustentabilidad se estudia desde el método analítico de la teoría académica-científica. Entendido este tipo de análisis como “la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos” (López, 2002, p. 170). De la misma forma, se utiliza de manera recíproca la recomposición o síntesis. Lopera (et al., 2010; p. 5), afirma que “para percibir la realidad distinguimos sin separar sus elementos diferentes y unimos sin confundir sus elementos semejantes”. Es decir, “el método analítico descompone una idea o un objeto en sus elementos y el sintético combina elementos, conexiona relaciones y forma un todo, pero se hace aquella distinción y se constituye esta homogeneidad bajo el principio unitario que rige y preside ambas relaciones intelectuales” (Lopera, et al., 2010; p. 5). De esta forma se analizan el concepto y los constructos mencionados, los cuales se presentan a continuación.

## Resultados

### *Sustentabilidad y desarrollo sustentable*

El concepto de sustentabilidad tuvo su origen en la ecología, toda vez que su definición está basada en los problemas ambientales derivados de la alteración de los ciclos de la naturaleza. La sustentabilidad ha sido definida de muchas maneras según el contexto. Inicialmente; se ha referido al uso de los recursos naturales que pueden verse afectados por la degradación ambiental, por el agotamiento de la calidad o cantidad del recurso usado en el consumo o la producción, por la contaminación o sobresaturación de la capacidad de la naturaleza de absorber y reciclar desechos llegando a un límite de quiebre, por la irreversibilidad del medioambiente y por la reducción en la biodiversidad (Cárdenas, 1996).

<sup>1</sup> Dra. Adriana Martínez Lecuona es Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), su correo es alecuona@uaeh.edu.mx. **(autor correspondiente)**

<sup>2</sup> Mtra. Ivette Flores Jiménez es Profesor Investigador de Tiempo Completo en la (UAEH), su correo es ivette@uaeh.edu.mx

<sup>3</sup> Mtra. Ruth Flores Jiménez es Profesor Investigador de Tiempo Completo en la (UAEH), su correo es ruth@uaeh.edu.mx

<sup>4</sup> Mtra. Delia Iliana Tapia Castillo es Docente Titular de Tiempo Completo en la (UAEH), su correo es itapia@uaeh.edu.mx

<sup>5</sup> Dr. Martín Badillo Maldonado es Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, martin.badillo@upaep.edu.mx

El concepto sustentabilidad, se asocia con la aportación de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (WCED, por sus siglas en inglés) a través del Informe Brundtland, el cual se enuncia formalmente como desarrollo sostenible siendo "aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (WCED, 1987, p. 15).

El Informe Brundtland, hace operativo el concepto de sustentabilidad al hablar del "desarrollo" sostenible. Con relación al concepto "desarrollo" su aplicación se infiere en una comunidad de seres humanos, donde representa un progreso en el sentido social, económico, político o cultural (Real Academia Española, 2017). Asimismo, para Vera (2013, citando a Cowell et al., 1999) refiere que el término sustentabilidad delinea una condición teórica, en tanto que, el desarrollo sustentable se refiere al proceso de transición. Vera (2013), explica que la sustentabilidad se refiere a una situación ideal en la que una sociedad satisface sus necesidades sin comprometer el futuro; y el desarrollo sustentable, es el proceso mediante el cual una sociedad transita a ese ideal.

La definición del Informe Brundtland comprende dos enfoques importantes: uno de carácter social, relativo al hombre para satisfacer las necesidades esenciales de los pobres del mundo, a las que se debe dar prioridad absoluta y; un componente ecológico, al hablar de la capacidad del medio ambiente para satisfacer las necesidades presentes y futuras. Sin embargo, la capacidad para mantener la recuperación del ecosistema está en función de las limitaciones impuestas sobre el estado de la tecnología y la organización social, implicaciones que pueden ser atendidas en términos económicos, y se encuentran argumentadas en el mismo Informe Brundtland "Vemos la posibilidad de una nueva era de crecimiento económico que ha de fundarse en políticas que sostengan y amplíen la base de recursos del medio ambiente; y creemos que ese crecimiento es absolutamente indispensable para aliviar la gran pobreza que sigue acentuándose en buena parte del mundo en desarrollo..." (WCED, 1987, p. 20). Por tanto, una vez establecida la prioridad de los aspectos sociales y del medio ambiente, la Comisión pone en evidencia la estrecha relación que los vincula con el aspecto económico.

Posterior al Informe Brundtland, en 1989 se inicia la preparación de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), conocida como la "Conferencia de Río" o "Cumbre de la Tierra", celebrada en junio de 1992. El legado más importante de la CNUMAD fue la propia naturaleza del proceso de su preparación, llevando el concepto de desarrollo sostenible a todos los rincones del mundo.

Pocos años después, Gladwin, Kennelly y Krause (1995), realizan una revisión de contenido en la literatura académica a partir de las discusiones generadas del concepto aportado por la WCED. De la revisión de las diferentes contribuciones y del análisis completo del Informe Brundtland concluyen, que el desarrollo sostenible es un proceso para lograr el desarrollo humano con: 1. Inclusividad (sistemas ambientales y humanos, cercanos y lejanos, presentes y futuros); 2. Conectividad (problemas del mundo interconectados e interdependientes); 3. Equidad (distribución justa de los recursos y derechos de propiedad); 4. Prudencia (deberes de cuidado y prevención); y 5. Seguridad (frente a las amenazas crónicas).

Para cubrir de forma exhaustiva todas las definiciones de desarrollo sostenible, que se multiplican de diversas "necesidades" y "aspiraciones", individuales y colectivas; Mebratu (1998) las clasifica en tres grandes grupos dependiendo de la representación en su contexto particular. Estos son: 1) la versión ideológica, en donde las corrientes clásicas y dominantes son la teología de la liberación, el feminismo radical y el marxismo; 2) la versión Institucional, en la cual pueden tomarse como representativas las definiciones dadas por la WCED, el Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo (IIED, por sus siglas en inglés) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés) y 3) la versión académica, en la cual predomina el pensamiento economista, ecologista y las conceptualizaciones sociológicas que pretenden dar respuesta a la comunidad científica para el desafío de la crisis ambiental del siglo XX.

Por otra parte, para el siglo XXI, Zarta Ávila, (2018), plantea que el concepto de sustentabilidad nos hace entender que estamos ante un mundo con recursos naturales escasos y necesidades ilimitadas, una población siempre creciente, un desarrollo económico que ha venido dándose con base en tecnologías ya obsoletas, así como el consumo energético desorbitante. Por ello, que la sustentabilidad deberá de entenderse como una disciplina articulada del conocimiento y como una nueva manera de repensar la relación de los hombres con la naturaleza, a partir de la integralidad de las dimensiones económicas, sociales, ambientales y de valores, que conlleve a una revolución global de supervivencia con el planeta. Asimismo, la sustentabilidad para este siglo será un nuevo paradigma de desarrollo debe garantizar que el crecimiento económico sea incluyente, y contribuya a la reducción de la pobreza y a la mejora de la calidad de vida; promueva el manejo sustentable y diversificado del capital natural, generando riqueza, empleos y nuevos ingresos; prevenga y revierta los procesos de deterioro ambiental, y garantice la conservación de los ecosistemas naturales, para mantener su biodiversidad y funcionalidad (Carabias, 2019).

Desde el enfoque institucional, Mebratu (1998) afirma que el desarrollo sostenible, definido por la WCED, el IIED y el WBCSD pretende la "satisfacción de necesidades", en donde cada institución muestra los conductores, el núcleo de la solución, la base de soluciones y las herramientas de liderazgo para lograrlo (Tabla 1). Estos factores

están determinados por los objetivos de sus instituciones, respondiendo a los intereses de su creación. En la definición de la WCED, el desarrollo sostenible es aquel "desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (WCED, 1987, p. 15). Para lograrlo, se busca que el crecimiento sea sostenible a través del consenso político y del estado nacional en cada país, donde el liderazgo lo ejercen los gobiernos y las organizaciones internacionales.

Tabla 1. Análisis comparativo de la versión institucional de sostenibilidad.

Institución	Conductores	Epicentro de Solución	Plataforma de soluciones	Instrumentos (Liderazgo)
WCED	El consenso político	Crecimiento sostenible	Estado Nacional	Los gobiernos y las organizaciones internacionales
IIED	Desarrollo Rural	La atención primaria ambiental (PEC)	Comunidades	ONG nacionales e internacionales
WBCSD	Interés comercial	Eco-eficiencia	Comercio y la industria	El liderazgo empresarial

Fuente. Sustainability and sustainable development: Historical and conceptual review. (Mebratu, D. 1998, p. 504).

Por su parte, el IIED, define al desarrollo sostenible, basado en la identificación de tres sistemas: biológico o ecológico, económico y social. Su objetivo es maximizar el logro de metas a través de estos tres sistemas unificados, así como de un proceso de adaptación de las compensaciones. El IIED utiliza el término "atención primaria ambiental" (PEC, por sus siglas en inglés) para describir el proceso del progreso hacia la sostenibilidad en el nivel "de base". La característica de la definición del IIED es que su solución se basa en el aumento de la capacitación de las personas para hacerse cargo de su propio desarrollo, así como de un conocimiento claro de las limitaciones medioambientales y de los requisitos para satisfacer las necesidades básicas (Mebratu, 1998).

Para el WBCSD, los líderes de negocios deben estar comprometidos con el desarrollo sostenible en la satisfacción de las necesidades del presente sin poner en peligro el bienestar de las generaciones futuras. Este concepto reconoce que el crecimiento económico y la protección del medio ambiente están íntimamente relacionados y que la calidad de vida, presente y futura, se basa en la satisfacción de las necesidades humanas básicas; sin destruir el medio ambiente del que depende toda la vida. Sin embargo, el WBCSD afirma que el requisito para el crecimiento económico, limpio y equitativo, sigue siendo la mayor dificultad y la prueba más grande para los negocios y la industria, quienes buscan idear estrategias para maximizar el valor añadido y reducir al mínimo el uso de recursos y energía a través de la aplicación de los principios de eficiencia ecológica. De acuerdo con esta versión, dada la gran capacidad tecnológica y productiva de los negocios, cualquier progreso hacia el desarrollo sostenible requiere de un liderazgo activo según Schmidheiny (1992).

Este liderazgo proviene de los directivos de las organizaciones y de su habilidad para incorporar el desarrollo sustentable en el ámbito empresarial. Sin embargo, existe gran diversidad en la conceptualización del término que dificulta su comprensión y en consecuencia, su aplicación en las organizaciones. Por tanto, ha sido tarea de diversos estudiosos contribuir con su aportación para la definición de la "sustentabilidad corporativa", así como hacerla operativa en el ámbito empresarial. Para este nuevo siglo, el concepto de desarrollo sustentable de acuerdo a Zarta Ávila, (2018), es un proceso armonioso entre las distintas disciplinas del conocimiento, especialmente en lo económico, social, ambiental, cultural, así como a un sistema de valores sólidos. En este sentido, puede hablarse de un desarrollo sustentable cuando desde el punto de vista económico se pueda admitir que no hay mejor incentivo en la vida que un trabajo estable y bien remunerado, donde se generen actividades productivas a través de proyectos comunitarios de emprendimiento con responsabilidad en el consumo y en la elaboración de tecnologías que eliminen los contaminantes al medioambiente; y en lo humano, que esté relacionado con la creación de un tejido social con empoderamiento en su territorio a través de una cultura ciudadana, en el respeto a la diversidad y basado en un sistema de valores que pretenda la preservación y conservación del patrimonio de la humanidad Schmidheiny (1992).

#### *Sustentabilidad corporativa*

Inicialmente Elkington (1994), define a una empresa sostenible como aquella que contribuye al desarrollo sostenible mediante la entrega de beneficios de manera simultánea, en el ámbito económico, social y medioambiental; denominado triple resultado. Posteriormente, y adoptando el concepto de desarrollo sostenible de la WCED, Dyllick y Hockerts (2002) definen el concepto de sostenibilidad corporativa como "la satisfacción de las necesidades de los interesados directos e indirectos de una empresa (por ejemplo, accionistas, empleados, clientes, grupos de presión, comunidades, etc.), sin comprometer su capacidad para satisfacer las necesidades de los futuros actores también" (Dyllick & Hockerts, 2002, p. 131). Los mismos autores señalan, que para lograr la sostenibilidad corporativa a largo plazo, las empresas tendrán que gestionar no sólo el capital económico, sino también su capital natural y su capital social; al mismo tiempo que contribuir activamente a la sostenibilidad en el ámbito político. En

esta “triple cuenta de resultados” (económica, ambiental y social), Dyllick y Hockerts consideran la articulación de seis criterios de sostenibilidad: eco-eficiencia, eco-efectividad, socio-eficiencia, socio-efectividad, suficiencia y equidad ecológica.

En el mismo sentido, diversos autores coinciden al definir la sustentabilidad corporativa como aquella donde la empresa no va a usar los recursos naturales más rápido que las tasas de renovación, reciclaje o la regeneración de estos recursos. Agregando, que esto requiere la incorporación de las restricciones añadidas de las presiones sociales y medioambientales, así como la consideración de las generaciones futuras (Marshall & Brown, 2003; Funk, 2003, Hall & Vredenburg, 2003).

Una diferencia significativa la establece van Marrewijk (2003), quien incorpora en la sustentabilidad corporativa la creación de valor como eje central, a través de la gestión ambiental, los sistemas de producción respetuosos con el medio ambiente y la gestión del capital humano. El autor explica que la sustentabilidad corporativa “demuestra la inclusión de las preocupaciones sociales y medioambientales en las operaciones comerciales y en las interacciones con los grupos de interés ” (van Marrewijk, 2003). Asimismo, van Marrewijk (2003) establece cinco niveles para el proceso de adopción voluntaria de la sustentabilidad en el ámbito corporativo, donde los objetivos van cambiando en función de la comprensión y compromiso de la organización con la sustentabilidad; y de acuerdo a las motivaciones que impulsan su adopción. Estos niveles sólo se pueden abordar adecuadamente en un contexto y situación específica; los cuales se materializan en las organizaciones de acuerdo a su etapa de desarrollo y sus marcos regulatorios institucionales. En cada nivel todas las personas; y la organización en conjunto, tienen una responsabilidad universal hacia todos los demás seres (Tabla 2).

Tabla 2. Proceso de adopción voluntaria de la sustentabilidad corporativa.

Niveles	Objetivos	Motivaciones
1	Proporcionar bienestar a la sociedad, dentro de los límites de las regulaciones de las autoridades legítimas, respondiendo a consideraciones de caridad y de custodia.	El deber y obligación; o bien, por el comportamiento correcto, no dejando a un lado el ánimo de lucro.
2	Integrar los aspectos sociales, éticos y ecológicos en las operaciones de negocio y la toma de decisiones, orientados al incremento en los resultados financieros.	La posible rentabilidad, mejora de la reputación en los diferentes mercados (clientes, empleados y accionistas).
3	Equilibrar las preocupaciones económicas, sociales y ecológicas.	Se reconoce que el potencial humano, la responsabilidad social y el cuidado del planeta son importantes.
4	Buscar soluciones equilibradas y funcionales, generando un valor en los ámbitos económico, social y ecológico en un enfoque sinérgico, “ganar” junto con todas las partes interesadas.	Se acepta que la sustentabilidad es importante por sí misma, sobre todo porque es reconocida por ser el progreso inevitable que guía a una correcta dirección.
5	Contribuir a la calidad y la continuidad de la vida de cada ser y entidad, ahora y en el futuro.	Se admite la sustentabilidad como la única alternativa viable, donde todos los seres y fenómenos son mutuamente interdependientes.

Fuente. Elaboración propia con base en: Concepts and definitions of CSR and corporate sustainability: Between agency and communion. (van Marrewijk, M, 2003).

Por su parte, Hart y Milstein (2003), definen a la empresa sostenible uniendo las aportaciones de Elkington, J. (1994) al señalar que es aquella que contribuye al desarrollo sostenible mediante la entrega de beneficios; a la vez económicos, sociales y medioambientales, logrando el desarrollo humano de forma inclusiva, conectada, equitativa, prudente y segura (Gladwin, Kennelly & Krause, 1995).

De la misma forma, pero con diferentes expresiones, Bansal (2005) señala que el desarrollo de la sustentabilidad corporativa se basa en tres principios: prosperidad económica; equidad social e integridad ambiental. No obstante, un equilibrio adecuado entre los principios económicos, sociales y ecológicos para las empresas, implica sostener y expandir el crecimiento económico, el valor del accionista, el prestigio, la reputación corporativa, relaciones con los clientes y la calidad de los productos y servicios; así como la adopción y aplicación de prácticas comerciales éticas, la creación de empleo sostenible y la creación de valor para todos sus grupos de interés; atendiendo a las necesidades de los más necesitados (Szekely & Knirsch, 2005).

En el mismo sentido, Neubaum y Zahra (2006) señalan que la sustentabilidad corporativa es la capacidad que tiene una empresa para nutrir y apoyar el crecimiento de las expectativas de los diversos grupos de interés; a través del tiempo, mediante el cumplimiento de los compromisos contraídos y de manera efectiva.

Bajo este enfoque, Galván, Mansera y López (2008), mencionan que la sustentabilidad corporativa implica entender la interrelación entre aspectos ambientales, económicos y sociales en un devenir continuo que permanece cambiando entre las metas trazadas y el camino elegido para lograrlas. Para estos autores, es importante considerar cuestiones de equidad inter e intrageneracional, así como la articulación de escalas temporales, espaciales e institucionales. Asimismo, consideran que hacer operativo el concepto de sustentabilidad implica establecer una serie de principios o atributos como equidad, productividad, resiliencia y confiabilidad; permitiendo entender la capacidad de los socio-ecosistemas para ser productivos, autorregularse y a la vez transformarse.

En el mismo sentido, para hacer operativo el concepto de sustentabilidad en el ámbito empresarial, Markevich (2009) menciona que las organizaciones tienen que integrar seis perspectivas: cumplimiento de las normas, mitigación incremental, el valor de alineación, el diseño del sistema completo, la innovación del modelo de negocio y la transformación de la misión. Además de abarcar un enfoque en el ser humano, así como los recursos físicos, que agrega Pfeffer (2010). Más adelante, nuevamente aparece Hart, ahora con Dowell (2011); agregando al desarrollo corporativo sostenible una de las tres capacidades estratégicas clave de la teoría de recursos naturales, junto con la prevención de la contaminación y la tutela del producto, la cual ha evolucionado en dos áreas distintas: la tecnología limpia y el despliegue de estrategias en la base de la pirámide.

Para Vera (2013), desde la perspectiva empresarial, la sustentabilidad es “la conciliación de los objetivos propios de la empresa con los objetivos económicos, sociales y ambientales de los diversos grupos de interés que interactúan con ella, de modo que tanto la empresa como las generaciones futuras conserven las oportunidades del presente” (p. 35). Asimismo, haciendo operativo el concepto en el ámbito organizacional, señala que “el desarrollo sustentable es el conjunto de estrategias que la empresa implementa para tal fin” (p. 35).

Entre los años de 1995 a 2013, Montiel y Delgado (2014) realizaron una revisión sistemática de la literatura con relación a las diferentes variaciones utilizadas en el campo de la sustentabilidad corporativa como son: “desarrollo sostenible”, “estrategias sostenibles”, “la sostenibilidad del negocio” o “sostenibilidad ambiental” y “sostenibilidad”. La revisión concluyó con el análisis de 1399 artículos publicados en revistas académicas y especializadas. Sus resultados muestran que no existe una definición estandarizada de sustentabilidad corporativa. No obstante, los autores observan que la definición de sustentabilidad corporativa, en los artículos revisados, se hace hincapié en una, dos o las tres dimensiones (económica, social y ambiental). Finalmente, los autores proponen el uso del término de “sostenibilidad corporativa” para la construcción y análisis tridimensional de la sustentabilidad; y los términos alternativos como “sostenibilidad ambiental corporativa”, “sostenibilidad social corporativa” y “sostenibilidad económica corporativa” para referirse al estudio o aplicación de los aspectos medioambientales, sociales y económicos de la empresa; en forma particular pero no aislada.

Por su parte, Šimberová (et al., 2015) señalan que el desarrollo sostenible es un proceso de carácter global, pero al mismo tiempo debe reflejar las condiciones locales y regionales. Asimismo, señalan que la sostenibilidad corporativa significa promover el crecimiento económico actual, al mismo tiempo que proteger el medio ambiente y los recursos naturales con respecto al futuro; armonizando los aspectos económicos, ambientales y sociales con los principios de gobierno corporativo.

No obstante, para Hurtado Jaramillo, et al., (2016), la sustentabilidad empresarial consiste en adoptar estrategias de negocio para satisfacer las necesidades de la empresa y sus interesados, mientras se protege y mantiene a los recursos naturales que serán necesarios en el futuro y se favorece el desarrollo de la sociedad. En ese mismo sentido la sostenibilidad corporativa es un tema significativo no sólo para las empresas tradicionales y grandes corporaciones, sino que lo son para todo tipo de organización que lleva a cabo una función social, económica y ambiental, y que con ella aporta al desarrollo integral y sostenible de las naciones. Por lo que todas las organizaciones de tipo social no pueden marginarse de este tema y, al igual que las empresas que ya han empezado a hacerlo, están llamadas a constituirse y mantenerse en el medio a través de estrategias y planes de acción que les permita garantizar su sostenibilidad y la del impacto de sus acciones en el tiempo, así como el bienestar de los grupos de interés que influyen y son influidos por las empresas (Florián Urrea & Melo Ojeda, 2019).

### **Comentarios Finales**

Se presentan a continuación el resumen de resultados, las conclusiones y algunas recomendaciones.

#### *Resumen de resultados*

De acuerdo a las diferentes definiciones sobre el concepto de sustentabilidad corporativa, es claro que aún no se llega a un consenso. Las definiciones citadas muestran una diversidad de aportaciones en cuanto a dimensiones, criterios, atributos, objetivos y grupos de interés. Sin embargo, 14 aportaciones coinciden en que las dimensiones de la sustentabilidad corporativa son: económica, social y ambiental (Elkington, J., 1994; Dyllick & Hockerts, 2002; van Marrewijk, 2003; Marshall & Brown, 2003; Hall & Vredenburg, 2003; Hart & Milstein, 2003; Bansal, 2005; Szekely & Knirsch, 2005; Galván, Mansera & López, 2008; Pfeffer, 2010; Hart & Dowell, 2011; Vera, 2013; Montiel & Delgado, 2014 & Šimberová, et al., 2015) (Tabla 2.4).

Además de la triple cuanta de resultados, Dyllick y Hockerts (2002) consideran la articulación de seis criterios de sostenibilidad: eco-eficiencia, eco-efectividad, socio-eficiencia, socio-efectividad, suficiencia y equidad ecológica; así como la necesaria gestión del capital natural, del capital social y del capital económico para lograr la sustentabilidad corporativa a largo plazo.

Por su parte, Hart y Dowell (2011) agregan una de las tres capacidades estratégicas clave de la teoría de recursos naturales que ha evolucionado en dos áreas: la tecnología limpia y las estrategias en la base de la pirámide. De la misma forma, Šimberová, et al. (2015) adicionan una dimensión más: el gobierno corporativo.

En contraparte, Markevich (2009) no considera las tres dimensiones citadas; sino la mitigación incremental, el diseño del sistema, la innovación del modelo de negocio, la transformación de la misión y el valor de alineación.

### Conclusiones

En síntesis, las aportaciones que delimitan criterios u objetivos en las definiciones citadas por los diferentes autores; y que presentan especial interés para esta investigación son: la atención a grupos de interés directos e indirectos, la satisfacción de necesidades, la entrega de beneficios y la creación de valor. Por otra parte, solo dos aportaciones manifiestan los atributos en su definición de sustentabilidad corporativa.

### Recomendaciones

Por lo anterior, se sugiere optar por una definición que resuma el significado del constructo a fin de contribuir a homologar criterios para el ámbito empresarial y su uso en la literatura académica-científica en el mismo dominio. De esta forma, en este trabajo se define la sustentabilidad corporativa como *la incorporación de objetivos económicos, sociales y ambientales en la estrategia de la empresa y su articulación con los criterios de eco-eficiencia, eco-efectividad, socio-eficiencia y socio-efectividad, de forma inclusiva, equitativa, prudente, segura, resiliente y confiable; para crear valor a través de la entrega de beneficios que satisfagan las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades futuras de los diferentes grupos de interés.*

## Referencias

- Bansal, P. (2005). Evolving sustainably: A longitudinal study of corporate sustainable development. *Strategic Management Journal*, 26, 197-218.
- Carabias, J. (2019). Políticas económicas con sustentabilidad ambiental. *economíaunam*, 16(46).
- Cárdenas, J. (1996). Definición de un marco teórico para comprender el concepto del desarrollo sustentable. *Revista de Urbanismo*. Edición del Departamento de Urbanismo de la F.A.U. Santiago, Chile. 3.
- Dyllick, T. and Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. *Business Strategy and the Environment*. Published online in Wiley InterScience. 11, 130-141. DOI: 10.1002/bse.323.
- Elkington, J. (1994). Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. *California Management Review*, 36(3): 90-100.
- Elkington, J. (1994). Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. *California Management Review*, 36(3): 90-100.
- Florián Urrea, A. N., & Melo Ojeda, D. F. (2019). Sostenibilidad corporativa: desafío para las empresas pertenecientes al sector de la economía solidaria.
- Funk, K. (2003). Sustainability and performance. *MIT Sloan Management Review*, 44(2), 65-70.
- Galván M, Y., Mansera, O., y López R, S. (2008). Evaluación de la sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional.
- Gladwin, T. N., Kennelly, J. J., & Krause, T. S. (1995). Shifting paradigms for sustainable development: Implications for management theory and research. *Academy of management Review*, 20(4), 874-907.
- Hall, J., & Vredenburg, H. (2003). The challenge of innovating for sustainable development. *MIT Sloan Management Review*, 45(1), 61-68.
- Hart, L.S., & Milstein, (2003). Creating sustainable value. *Academy of Management Executive*, 17(2), 56-67.
- Hart, S. L. Y Dowell, G. (2011). «Invited editorial: A natural-resource-based view of the firm: Fifteen years after». *Journal of Management*, vol. 37, n° 5, pp. 1464-1479.
- Hurtado, J.C., et al. (2016). Estrategia corporativa en el ámbito de la sostenibilidad. *Intangible Capital*. 12(1), 167-197.
- Lopera Echavarría, J. D., Ramírez Gómez, C. A., Zuluaga Aristizábal, M. U., & Ortiz Vanegas, J. (2010). El método analítico como método natural.
- López, N.F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *Revista de Educación, Universidad de Huelva*. 4, 167-179.
- Markevich, A. (2009). The evolution of sustainability. *MIT Sloan Management Review*, 51(1), 13-14.
- Marshall, R. S., & Brown, D. (2003). The strategy of sustainability: A systems perspective on environmental initiatives. *California Management Review*, 46(1), 101-126.
- Mebratu Desta. (1998). Sustainability and sustainable development. Elsevier Science. 18, 493-520.
- Montiel, I. y Delgado, J. (2014). Defining and Measuring Corporate Sustainability: Are We There Yet? *Organization & Environment*. SAGE Publications. 27(2), 113-139. DOI: 10.1177/1086026614526413.
- Neubaum, D. O., & Zahra, S. A. (2006). Institutional ownership and corporate social performance: The moderating effects of investment horizon, activism, and coordination. *Journal of Management*, 32, 108-131.
- Pfeffer, J. (2010). Building sustainable organizations: The human factor. *Academy of Management Perspectives*, 24(1), 34-45.
- Real Academia Española. (2017). <http://dle.rae.es/?id=A5NKSVv>.
- Schmidheiny, S. (1992). *Changing course: A global business perspective on development and the environment*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Šimberová, I., Chvátalová, Z., Kocmanová, A., et al. (2015). Sustainable value in measuring of corporate sustainability: Approaches and their evaluation. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 4(3), 241-259. DOI:10.9770/jssi.
- Szekely, F., & Knirsch, M. (2005). Responsible leadership and corporate social responsibility: Metrics for sustainable performance. *European Management Journal*, 23, 628-647.
- van Marrewijk, M. (2003). Concepts and definitions of CSR and corporate sustainability: Between agency and communion. *Journal of Business Ethics*, 44(2), 95-105.

- Vera, M. P. (2013). La industria del cemento entre la sustentabilidad y la inestabilidad financiera. [Tesis de doctorado], UNAM, Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración. Diciembre, disponible en <http://132.248.9.195/ptd2013/noviembre/0705167/0705167.pdf>.
- WCED. (1987). World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Oxford: Oxford University Press.
- Zarta Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, (28), 409-423. Doi: <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>.

# La responsabilidad social empresarial y las TIC en las pequeñas empresas

Dra. Rafaela Martínez Méndez<sup>1</sup>, Dr. José Gerardo Serafín Vera Muñoz<sup>2</sup> y  
Dra. María Antonieta Monserrat Vera Muñoz<sup>3</sup>

**Resumen**— La Responsabilidad Social Empresaria (RSE) nace como una reacción del mundo empresarial para responder a necesidades de desarrollo, de cuidado del medio ambiente, el crecimiento de la economía y el respeto de los derechos humano. Así las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son un término utilizado en la actualidad para describir una serie de servicios, aplicaciones y tecnologías, que utilizan diversos tipos de equipos, de programas informáticos, y que a menudo se transmiten en las redes. En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo analizar la RSE, así como las TIC que se aplica en las pequeñas empresas de Puebla. La pregunta central de la misma es ¿Cuáles son las TIC que se utilizan en las pequeñas empresas? Esta investigación es de tipo descriptivo en el cual se aplicó la técnica documental permitió la recopilación de información para exponer los aspectos teóricos de la RSE y las TIC. La técnica de campo permitió estar en contacto directo con el objeto de estudio, por medio de una encuesta a 20 pequeñas empresas manufactureras. Entre los hallazgos obtenidos se encuentran las pequeñas empresas utilizan el internet para el pago de impuestos con una media de 4.12.

**Palabras clave**—. Responsabilidad Social Empresarial, Tecnologías de la información y la comunicación, Pequeñas empresas.

## Introducción

Es indispensable que las empresas a través de las TIC establezcan un vínculo más cercano con los actores involucrados en el entorno, cliente interno y cliente externo, permitiendo optimizar costos, estandarizar sistemas, tener información eficiente y oportuna para la toma de decisiones (Cano, 2013).

Para Correa, et.al. (2005), las empresas están conscientes del creciente desafío de cuantificar el impacto que sus actividades, procesos, productos y servicios tienen sobre el medio ambiente y el entorno social. La tarea a la que se enfrentan es la de ser capaces de alinear su quehacer con los retos que surgen de un compromiso de responsabilidad social, por lo que se requiere un cambio de conducta que permita a las empresas ser más benéficas social y ambientalmente, lo que como resultado debe llevarlas además a una mejoría económica.

En el año 2001, la Comisión de las Comunidades Europeas (como se cita en Valenzuela, et.al. (2015) desarrollan una investigación enfocada en la medición de las prácticas de RSE sobre el entorno, con base a una perspectiva de grupos de interés y de accionistas, consideran las siguientes cinco dimensiones: económica, legal, social, ética y medioambiental. Por otro lado, Hernández y Mendoza (2016) el objetivo de su investigación es dilucidar el uso de la gestión socialmente responsable bajo la metodología de mejores prácticas en una muestra de 30 MiPymes en Bucaramanga (Colombia). De los resultados de la investigación, se destaca que el 45 % de MiPymes estudiadas ejercen liderazgo en el cumplimiento de objetivos y metas socialmente responsable, pero es necesaria una mayor integración de las mismas, para trabajar a favor de la satisfacción de los grupos de interés. En su investigación Sotelo, y Duran S (2017), analizan buenas prácticas de Responsabilidad Social comunitaria y ambiental en empresas de León. La proposición inicial indica que las organizaciones con buenas prácticas de RSE comunitaria y ambiental, hacen un diseño explícito, basado en una filosofía y en valores.

Entre los estudios empíricos sobre el uso de las TIC, se encuentran: Castillo, et.al. (2016), cuyo objetivo es determinar el conocimiento y uso de estas en las pymes del departamento de Córdoba. Para dicho fin, se encuestaron 207 ejecutivos de estas empresas. Dentro de los resultados, se identificó que las pymes cordobesas aplican parcialmente las TIC; igualmente son las CRM, ERM, Datawarehouse y el Business Intelligence las más utilizadas. Quispe, et.al. (2017), en el trabajo se realizó una búsqueda de las Tecnologías de Información y Comunicación que utilizan las Pequeñas y Medianas Empresas comerciales de la ciudad de Ambato-Ecuador. A partir de su caracterización, se recopilieron las necesidades de los propietarios para mejorar la gestión empresarial.

En México se encuentran: Maldonado, Martínez, García, Aguilera y González (2010), a partir de una muestra de 400 empresas de Aguascalientes, México, se analiza la influencia que ejercen las TICs en el rendimiento de las

<sup>1</sup> Dra. Rafaela Martínez Méndez, es profesor investigador de la Facultad de Contaduría de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. rafaela72280@hotmail.com

<sup>2</sup> Dr. José Gerardo Serafín Vera Muñoz es Profesor Investigador de la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla gerver61@yahoo.com.mx

<sup>3</sup> Dra. María Antonieta Monserrat Vera Muñoz es profesor investigador de la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. monseveram@hotmail.com

Pymes. Los resultados obtenidos exponen una influencia positiva en el rendimiento de la PyME, por lo que la utilización de las TICs en el seno de las organizaciones puede constituir una ventaja. Competitiva. Por su parte, Demuner, et.al. (2014) su estudio tuvo como objetivo identificar el entorno en que se desarrollan las pequeñas y medianas empresas (Pymes) con la adopción de las tecnologías de información y comunicación. Los resultados revelan que las empresas mexicanas, especialmente las Pymes, reflejan una mejora en la adopción de TICs, sin embargo, es notoria su inclinación por el uso de las TICs básicas-

Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo analizar la Responsabilidad Social Empresarial, así como las tecnologías de información y comunicación (TIC) que se aplica en las pequeñas empresas manufactureras de Municipio de Puebla. La pregunta central de la misma es ¿Cuáles son las TIC que se utilizan en las pequeñas empresas?

### **Descripción del Método**

Esta investigación es de tipo descriptiva, con enfoque cuantitativo, tomando en consideración que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. El diseño es no experimental, el investigador no tiene injerencia en la generación de los resultados, sino que sólo los registra. Lo que hace este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto actual, para después analizarlo. Es también transversal debido a que la información se obtendrá en un solo período de tiempo (Hernández, et al, 2006).

En la investigación se aplicó la técnica documental y de campo: a) la técnica documental permitió la recopilación de la información para exponer los aspectos teóricos de la Responsabilidad Social Empresarial, así como las TIC que sustentan el estudio, b) la técnica de campo permitió estar en contacto directo con el objeto de estudio, así como recopilar testimonios que, confrontados con la teoría y la práctica, en la búsqueda de la verdad objetiva (Hernández et al, 2006)

Se diseñó un cuestionario para el estudio empírico en escala de Likert, el cual fue dividido en tres partes la primera trata de identificar la empresa, años de constitución y giro de la empresa; la segunda en identificar la aplicación de la Responsabilidad Social y las TIC, con un alfa de Cronbach de 0.856 que es muy bueno.

### **Marco Teórico**

#### *Responsabilidad Social Empresarial*

El concepto de Responsabilidad Social Empresarial ha adquirido gran importancia en el ámbito empresariales de nuestros tiempos, pues actualmente es indispensable que cualquier empresa cuyo objetivo sea la credibilidad y el reconocimiento ante los grupos de interés integre en sus operaciones y políticas un programa de RSE. El libro verde de la Comisión Europea (2011), define la responsabilidad social corporativa como la integración voluntaria, por parte de las empresas de las preocupaciones sociales y medio ambientales en sus operaciones comerciales y sus relaciones con todos sus interlocutores. En este sentido, para ser socialmente responsable, la empresa no debe limitarse a cumplir plenamente sus obligaciones jurídicas, sino ir más allá de su cumplimiento invirtiendo “más” en el capital humano, el entorno ambiental y las relaciones con los grupos de interés, entendidos como todos aquellos colectivos u organizaciones que tienen algún tipo de relación con las actividades de la empresa, que pueden verse afectados por ella o que pueden afectar a la misma.

De igual forma, se afirma que las organizaciones ejercen su responsabilidad social cuando prestan atención a las expectativas que sobre su comportamiento tienen los diferentes grupos de interés (stakeholders: empleados, socios, clientes, comunidades locales, medioambiente, accionistas, proveedores), con el propósito último de contribuir a un desarrollo social y ambientalmente sostenible y económicamente viable. (Lafuente, et.al., 2003). Por su parte en México, el Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI) la define como; el compromiso consciente y congruente de cumplir integralmente con la finalidad de la empresa, tanto en lo interno como en lo externo, considerando las expectativas económicas, sociales y ambientales de todos sus participantes, demostrando respeto por la gente, los valores éticos, la comunidad y el medio ambiente, contribuyendo así a la construcción del bien común.

Implica una triple responsabilidad: económica, social y medioambiental, las cuales se encuentran interrelacionadas entre sí. a) Responsabilidad económica, desde la perspectiva económica, la RSC tiene como misión la creación de valor económico para sus grupos de interés o stakeholders, mediante la satisfacción de sus necesidades. b) Responsabilidad social: Desde un punto de vista social las organizaciones tienen que contribuir al bienestar de sus grupos de interés y de la sociedad en la que opera, cubriendo las necesidades de éstos. Por ejemplo: mediante la generación de empleo, participando en actos y eventos socioculturales, igualdad de oportunidades, etc. c) Responsabilidad medioambiental:

En resumen, se puede decir que, la Responsabilidad Social de la Empresa da una nueva visión al concepto de empresa, dándole así una dimensión más amplia sin centrarse únicamente en las cuestiones económicas. Se trata, de una forma de gestionar la empresa compatibilizando el logro de los objetivos económicos, con la gestión de los impactos sociales y medioambientales del entorno directo que se generan.

### *Tecnologías de la Información y la Comunicación*

Se entiende por Tecnologías de la Información y Comunicación el conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) es un término que se refiere a las tecnologías que son usadas para recolectar, almacenar, editar y transferir comunicación e información en varios formatos o medios electrónicos (Banco Mundial, 2013). Las TIC, por tanto, son un término utilizado en la actualidad para describir una serie de servicios, aplicaciones y tecnologías, que utilizan diversos tipos de equipos y de programas informáticos, y que a menudo se transmiten a través de las redes de telecomunicaciones. Pero, lo realmente importante de las TIC no es en sí misma la tecnología que utilizan, sino el hecho de que permiten el acceso a la información, a las comunicaciones y, en resumen, al conocimiento.

Las TIC, para Friedman (2009) son un facilitador eficaz para todo tipo de estrategias de negocio, por lo que no es ninguna sorpresa de que es útil para la implementación de la iniciativa de responsabilidad social empresarial de una organización. En la actualidad, las empresas tanto del sector público como del privado priorizan las TIC, donde se incluye la seguridad de la información, que es catalogada como uno de los bienes más preciados para la continuidad del negocio y el punto de diferencia con la competencia (Melchor, et. al. 2012). Para Thompson y Strickland, (2004) definen las tecnologías de información y comunicación, como aquellos dispositivos, herramientas, equipos y componentes electrónicos, capaces de manipular información que soportan el desarrollo y crecimiento económico de cualquier organización. Según Hernández, Ortiz y Uribe (2013), las tecnologías de información y comunicación son uno de los principales elementos que pueden conducir a las empresas a la innovación y la competitividad.

Por lo tanto, en base a estas definiciones, se puede decir que las TIC son distintas herramientas tecnológicas o dispositivos que permite capturar, procesar y transferir gran variedad de información entre distintos receptores sin importar el lugar físico en donde se encuentren y que a su vez beneficia a distintas actividades económicas de un país o sector industrial.

### *Sector manufacturero en México*

La industria manufacturera juega un papel estratégico dentro de la economía mexicana, ya que es la encargada de la producción de bienes intermedios y para el consumo final, generando con ello una vasta cantidad de empleos y contribuyendo así en buena medida a la generación del Producto Interno Bruto del país.

En todo el sexenio pasado, el Producto Interno Bruto (PIB) de México creció 2.5%, mientras que el PIB del sector industrial, que abarca a las industrias manufacturera, de la construcción, de generación de electricidad, gas y agua, además de minería, avanzó a una tasa de 0.69% en promedio. Del total de empresas consideradas en la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE 2015), 97.6% son microempresas y concentran el 75.4% del personal ocupado total. Le siguen las empresas pequeñas, que son un 2% y tienen el 13.5% del personal ocupado. Las medianas representan 0.4% de las unidades económicas y tienen poco más del 11% de los ocupados.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), que son ajustados por estacionalidad, en enero del 2018 el personal ocupado del sector manufacturero aumentó 3.2% comparado con enero del año anterior. Con base en el tipo de contratación, el número de empleados incrementó 3.7% y el de obreros lo hizo con 3.1%, comparado de la misma forma contra enero del 2017. Del total de las industrias manufactureras, la que mayor crecimiento mostró en su personal ocupado fue la fabricación de equipo de transporte, al aumentar 7.9% de manera anual y con cifras originales en el primer mes del 2018. Mientras que la industria que mayor disminución reflejó fue la fabricación de prendas de vestir, también el curtido y acabado de cuero y piel, ambas con una disminución en su personal de -1.3 por ciento

### *Pequeñas empresas*

Las pequeñas empresas son entidades independientes, creadas para ser rentables, cuyo objetivo es dedicarse a la producción, transformación y/o prestación de servicios para satisfacer determinadas necesidades y deseos existentes en la sociedad. Representan más del 3 por ciento del total de las empresas y casi el 15 por ciento del empleo en el país, asimismo producen más del 14 por ciento del Producto Interno Bruto (INEGI 2018). Ventajas de

las pequeñas empresas: a) capacidad de generación de empleos, b) asimilación y adaptación de tecnología, c) contribuyen al desarrollo regional por su establecimiento en diversas regiones, d) fácil conocimiento de empleados y trabajadores, facilitando resolver los problemas que se presentan por la baja ocupación de personal, e) mantiene una unidad de mando permitiendo una adecuada vinculación entre las funciones administrativas y operativas, f) producen y venden artículos a precios competitivos, ya que sus gastos no son muy grandes y sus ganancias no son excesivas.

La clasificación de las empresas mexicanas está basada en el acuerdo publicado el día 30 de junio de 2009 en el diario oficial de la federación por la Secretaria de Economía de México. Por su tamaño las empresas se clasifican en micro, pequeña, y mediana; siendo microempresas aquella que tiene hasta 10 trabajadores como máximo, con ventas anuales hasta por \$4 millones de pesos con un tope máximo combinado de \$4.6 millones de pesos, tanto para empresas comerciales, industriales, o de servicios. Se consideran pequeñas empresas para el sector comercial aquellas que tienen desde 11 hasta 50 trabajadores, y ventas anuales desde \$4.01 hasta \$100 millones de pesos con un tope máximo combinado de 93 millones de pesos; y para las empresas industriales y de servicios cuando el número de trabajadores es de 11 hasta 50, con ventas anuales desde \$4.01 hasta \$100 millones de pesos con un tope máximo combinado de \$95 millones de pesos.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron al encuestar a 20 dueños o gerentes de pequeñas empresas manufactureras, para lo cual se utilizó el programa estadístico SPSS y así calcular algunas medidas descriptivas como la media y la desviación estándar:

A la pregunta, la RSE contiene 5 dimensiones, según su criterio evalúe éstas según el grado de importancia que considera que tienen para su empresa con una puntuación del 1 a 5, como se puede observar en el Cuadro 1, la media más alta es el compromiso con la comunidad con 4.26, la importancia de la ética con media de 4.25, la importancia con el medio ambiente con media de 4.21, la calidad de vida laboral con media de 4.20 y por último el marketing social con media de 3.75. Existen diferentes motivadores que llevan a una empresa a interesarse y a poner en práctica estrategias de Responsabilidad Social Empresarial: convicción propia, presión, moda, imagen y otras razones, pero todas al comenzar a implementarla van descubriendo sus bondades y beneficios. (Bonilla, 2009).

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Importancia de la ética	3.00	5.00	4.25	0.71648
Compromiso con la comunidad	3.00	5.00	4.26	0.63867
Importancia del medio ambiente	3.00	5.00	4.21	0.76877
Marketing social	2.00	5.00	3.75	0.71635
Calidad de vida laboral	3.00	5.00	4.20	0.76777

Cuadro 1. Dimensiones de la RSE.

Al preguntar en cuanto al cuidado del medio ambiente como, si la empresa cuenta con un programa de ahorro de agua, filtros de agua y reciclaje de agua, cuidado del medio ambiente; ahorro de agua con media de 4.21, sus empresa cuenta con un programa de ahorro de energía con media de 3.74; en lo que se refiere al impacto medio ambiental en el desarrollo de nuevos productos con media de 3.35; Si la empresa proporciona información medio ambiental en sus productos con media de 3.56; Reciclaje de papelería de oficina con media de 3.95. Los beneficios es el que se mencionan Sharfman y Fernando (2008) en una de sus investigaciones donde concluyen que la gestión de riesgos ambientales y sugieren que la mejora de la gestión de esos riesgos se relaciona negativamente con el costo de capital.

En lo que se refiere al uso de las redes sociales. Conoce y utiliza las redes sociales, el 100% de los encuestados las conoce y las utiliza en la empresa. Las redes sociales son un nuevo canal de negocios para las empresas, en el que captar a nuevos clientes, pero hacer muchas más cosas: seleccionar personal, comunicarse con empleados y otras personas, darse a conocer y crear marca, ganar una reputación, establecer redes profesionales y de otro tipo, tener conocimientos del sector en tiempo real. Otra de las preguntas realizadas a los encuestados, ¿cuáles redes sociales conoce y utiliza? , Redes sociales el promedio más alto es el de correo electrónico con media de 4.23, el Facebook con media 4.11, el Twitter con media de 3.16, Instagram con media 3.07 y Snapchat con media de 2.98.

A la utilización de las Internet, como se puede observar en el Cuadro 2, las pequeñas empresas utilizan el internet para el pago de impuestos con una media de 4.12, le sigue la banca electrónica con media de 3.92, con menor promedio compras por internet de 3.28. como lo refieren (Negroponte,1996) y (Gates, 2000), se trata de la integración de las redes de teléfonos, televisión, cable, radio, computación e internet, las cuales logran la circulación de toda la

información y comunicación, fundamental para satisfacer las necesidades de las organizaciones y garantizarles un futuro sustentable

	Media
Correo electrónico para tener comunicación interna	3.71
Página web	3.76
Compras por internet	3.28
Banca electrónica	3.95
Mercadeo por internet	3.65
Trámite de impuestos	4.12

Cuadro 2. Uso del internet.

En este trabajo de investigación se estudió la Responsabilidad Social empresarial desde su dimensión gestión ambiental y el uso de las TIC en las pequeñas empresas manufactureras, los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas de la encuesta desde la percepción del dueño o gerente. Destacando la dimensión de RSE el compromiso con la comunidad de la empresa con media de 4.26; el ahorro de agua con media de 4.21; En lo que se refiere a las redes sociales, el más utilizado es el correo electrónico con media 4.23, utilizan el internet para los trámites de impuestos con media 4.12. Finalmente, las aportaciones que arroja esta investigación son fundamentales ya que contribuyen al enriquecimiento de la literatura relacionada con las investigaciones empíricas de la Responsabilidad Social empresarial y las TIC, por lo tanto, será de utilidad a los propietarios y/o gerentes conozcan su importancia

### Conclusiones

El objetivo que se planteó al inicio de la presente investigación fue analizar el uso la Responsabilidad Social Empresarial, así como las tecnologías de información y comunicación (TIC) que se aplica en las pequeñas empresas manufactureras de Municipio de Puebla, misma que se alcanzó como se puede observar en el apartado de resultados. La metodología aplicada en esta investigación de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo permitió realizar el estudio empírico a 20 pequeñas empresas manufactureras.

Cuando se habla de RSE no se puede dejar de lado el cuidado del medio ambiente, así lo plantea el marco teórico, al tiempo que las empresas objeto de este análisis, buscan el cuidado y la protección continua de los recursos naturales que pudiesen ser afectados por el desarrollo de sus operaciones; para todas es claro que éste es un componente fundamental de la empresa y que para el desarrollo de sus actividades debe haber un uso racional de las materias primas utilizadas, como también implementar buenas prácticas ambientales, de modo que se logre visualizar el crecimiento sostenible de la empresa y la sociedad (Hernández y Mendoza, 2016), (Sotelo y Duran, 2017).

En relación con las TIC, en lo que se refiere a las redes sociales, el más utilizado es el correo electrónico, los resultados obtenidos son consistentes con el estado del arte Las empresas mexicanas reflejan una mejora en la adopción de TIC, sin embargo, es notoria su inclinación por el uso de las TIC básicas, la PC, el Internet, el correo electrónico (Demuner, Nava y Gómez (2014).

Futuras líneas de investigación pudieran darle continuidad a este estudio para poder medir si existe relación significativa entre determinadas características de la Responsabilidad Social Empresarial y las TIC, el crecimiento y el empleo en las pequeñas y medianas empresas manufactureras y otros sectores económicos.

### Recomendaciones

Que se implementen las TIC en las empresas pequeñas, lo cual debe afectar a todas las áreas funcionales de la misma, permitiendo una mayor agilidad en la generación, acceso y distribución de la información, así como una mayor coordinación en la toma de decisiones, mejora en la conexión y asistencia a clientes y proveedores.

El internet y el comercio electrónico abren nuevas posibilidades en el acceso a un mercado cada vez más globalizado y altamente competitivo, permitiendo ofrecer productos y servicios a un potencial de millones de personas. Por ello, la correcta utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación en la organización de la empresa puede contribuir a mejorar e incrementar la ventaja competitiva de las pequeñas empresas

### Referencias

Banco Mundial. Obtenido de Informe Indicadores y Datos por países. Ciencia y Tecnología. Economía y Crecimiento. Recuperado el 15 de enero 2020.. En [www.bancomundial.org](http://www.bancomundial.org)

- Bonilla, A. L. (2009). La Responsabilidad Social Empresarial en México. Xalapa, Veracruz: Universidad Veracruzana.
- Cano, J. (2013). Inseguridad de la información: Una visión estratégica. Bogota, Cundinamarca, Colombia: Alfaomega.
- Castillo, B., González, J.J., Vargas, V.R. (2016). Conocimiento y uso de las TIC en las PYME de Córdoba, Colombia. Recuperado el 26 de enero 2020 en <https://revistas.usergioarboleda.edu.co/index.php/ceye/article/download/508/434/>
- Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI). El concepto de Responsabilidad Social Empresarial. Recuperado el 23 de enero 2020. en [https://www.cemefi.org/esr/images/stories/pdf/esr/concepto\\_esr.pdf](https://www.cemefi.org/esr/images/stories/pdf/esr/concepto_esr.pdf)
- Comisión Europea (2001). Libro verde para el fomento de un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas. Recuperado el 22 de Enero 2020 en <http://www.idi.es/images/Documents/lilibreverd.pdf>
- Correa, M., Gallopin, G. y Núñez, G.. (2005, agosto), "Medir para gestionar la RSC", Harvard Business Review. Vol. 83, núm. 8, pp. 51-58.
- Demuner, M., Nava, R. y Gómez, M. (2014). Las tecnologías de información y comunicación en las pequeñas y medianas empresas. Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo. Numero. 12. Recuperado el 12 de Enero 2019 en <http://ride.org.mx/1-11/index.php/RIDESECUNDARIO/article/viewFile/730/713>
- Friedman, H. (2009). The role of information technology in corporate social responsibility. Proceedings For The Northeast Region Decision Sciences Institute (NEDS) pp. 234-239.
- Hernández, E. y Mendoza, J. (2016) Responsabilidad Social Empresarial para MiPyMes: Un escenario para cumplimiento Metodológico para el Desarrollo Sustentable. Revista de Economía y Administración, Vol.13 (1). Pp.71-82.
- Hernández, J. G., Ortiz, R. M., y Uribe, A. R. (2013). Innovación y conocimiento tecnológico en la sociedad del siglo XXI: la revolución de las TICs. Editorial, Nueva Época,
- Lafuente, A., Viñuales, V., Pueyo, R. y Llaría, J. (2003). Responsabilidad social corporativa y políticas públicas, Documento de Trabajo 3, Fundaciones Alternativas (Laboratorio de Alternativas 2), Madrid. p. 7.
- Maldonado, G., Martínez, M., García, D. (2010). La influencia de las TICs en el rendimiento de la PyME de Aguascalientes. Revista Investigación y Ciencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Recuperado el 2de Febrero del 2020 en, <https://www.uaa.mx/investigacion/revista/archivo/revista47/Articulo%207.pdf>
- Melchor, J., Lavín, J., & Pedraza, N. (2012). Seguridad en la administración y calidad de los datos de un sistema de información contable en el desempeño organizacional. Contaduría y Administración, 57 (4), 11-34
- Quispe, A., Padilla, M., Telot, J., y Nogueira, D. (2017) Tecnologías de información y comunicación en la gestión empresarial de pymes comerciales. Revista Ingeniería Industrial. Vol. XXXVII. p. 81.
- Sotelo, J, Duran, M. (2017) La Responsabilidad Social en empresas de León, Guanajuato, y su compromiso comunitario y ambiental. Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia.
- Thompson, y Strickland. (2004). Administración estratégica. México: Mac Graw Hill.
- Valenzuela, L., Jara, M., & Villegas, F. (2015). Prácticas de Responsabilidad Social, reputación corporativa y desempeño financiero. Revista de Administración de Empresa, 55 (3), pp. 319-344. Recuperado el 17 de Enero 2019, de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75902015000300329](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902015000300329)

## Notas Biográficas

La Dra. Rafaela Martínez Méndez. Es Doctor en Ciencias de la Administración. Desde 1992 Profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: rafaela72280@hotmail.com

El Dr. José Gerardo Serafín Vera Muñoz es Doctor en Administración. Desde 1986 Profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: gerver61@yahoo.com.mx

La Dra. María Antonieta Monserrat Vera Muñoz. Doctor en Administración. Desde 1986 Profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E mail: monsevera@terra.com

# Fabricación de ladrillos utilizando lodos residuales de la industria papelera

MSA. David Eduardo Martínez Ontiveros<sup>1</sup>, Dr. Sergio Valle Cervantes<sup>1</sup>, M.I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales<sup>1</sup>, Dr. Víctor Jesús Martínez Gómez<sup>1</sup>, Dr. Roberto Valencia Vázquez<sup>1</sup>, Dr Francisco Javier Godínez García<sup>2</sup>.

**Resumen**— Dentro de la industria de la construcción el ladrillo es un material muy popular por cuestiones de precio y manejabilidad, además de que su materia prima (arcilla) es de fácil acceso. En la actualidad se estudia la incorporación de subproductos como parte de materia prima, como lo son los lodos residuales de la industria papelera. En este trabajo se presenta una investigación de los efectos de la incorporación de dichos lodos como parte de la materia prima en la fabricación de ladrillos, además se evaluó como afecta esta incorporación, en las propiedades mecánicas de los ladrillos. Dentro del diseño de experimentos se evaluaron los factores de lodo añadido (porcentaje en peso) y la temperatura de cocción. De los resultados obtenidos se observa que a mayor temperatura de cocción se puede añadir un mayor porcentaje de lodo residual respetando los valores mínimos establecidos en la normatividad vigente.

**Palabras clave**— lodos residuales de la industria papelera, ladrillo, resistencia a la compresión, absorción de agua.

## Introducción

Dentro de la industria de la construcción, el enfoque tecnológico que se está adoptando es el de usar materiales amigables con el medio ambiente. Para lograr que un material sea amigable con el medio ambiente se debe tener en cuenta cada uno de los procesos por los que pasa, desde la extracción de la materia prima, el transporte requerido en cada etapa, los procesos de transformación de la materia, la forma del uso del material, su disposición final una vez concluida su vida útil y su capacidad de ser reciclado o reutilizado en algún otro proceso (Hernández, Alejandro, & Cardona, 2012).

La industria del papel es una industria de alto capital, energía y uso intensivo de agua. En la producción de 1 tonelada de papel en la fábrica de papel se generan alrededor de 40 a 50 kg de lodo (seco) (70% de lodo primario y 30% de lodo secundario). En la actualidad, gran parte de este lodo se está eliminando mediante vertederos y la distribución de la tierra incurriendo en gastos significativos en la eliminación (Goel & Kalamdhad, 2017).

La industria de fabricación de papel genera efluentes que presentan serios problemas relacionados con su eliminación, incluso después del tratamiento. Entre los residuos sólidos generados por esta industria, el principal es el lodo primario resultante de la planta de tratamiento de efluentes. Luego del tratamiento inicial, los sólidos decantados pasan por una etapa de deshidratación generando un residuo sólido denominado lodo primario. Este desecho primario está compuesto básicamente de caolín, pulpa de madera, restos de sustancias químicas y agua. La característica de este desecho depende del proceso y las técnicas empleadas. Puede variar significativamente de una unidad industrial a otra, incluso aunque los productos finales sean similares. Su composición es aproximadamente 60% de caolín y 40% de pulpa, y estos porcentajes pueden variar con el tiempo en función del proceso (Vieira & Monteiro, 2009).

Por ello están buscando alternativas sustentables para el aprovechamiento de los lodos residuales producidos. Entre las alternativas manejadas están el uso como materia prima en combinación de arcillas para la fabricación de ladrillos. El ladrillo es uno de los materiales más importantes para la industria de la construcción. Su método convencional de fabricación ha dejado a este material en un importante atraso tecnológico. Dada la gran demanda de materiales de construcción, especialmente en la última década debido al aumento de la población, existe un desajuste entre la relación de la oferta y la demanda de estos materiales. Por lo tanto, para satisfacer la demanda en constante aumento, se están intentando diseñar y desarrollar soluciones alternativas sustentables para el ladrillo (Raut, Ralegaonkar, & Mandavgane, 2011).

## Descripción del método

Para el diseño experimental se determinó que los factores a variar serían la temperatura de cocción y la adición de lodo residual como porcentaje en peso, para la fabricación de los ladrillos. Las variables de respuesta fueron la

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, Maestría en Sistemas Ambientales Blvd. Felipe Pescador 1830. C.P. Durango, Durango, México. [davidemo0005@gmail.com](mailto:davidemo0005@gmail.com) (autor corresponsal) [svallec@utexas.edu](mailto:svallec@utexas.edu) [mdjrr1958@gmail.com](mailto:mdjrr1958@gmail.com)

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, Maestría en Ingeniería Electrónica Blvd. Felipe Pescador 1830. C.P. Durango, Durango, México. [frangoga44@hotmail.com](mailto:frangoga44@hotmail.com)

resistencia a la compresión y la absorción de agua total en 24 horas. La fabricación de ladrillos se realizó de manera manual siguiendo el siguiente proceso:

1. Se pesan las arcillas y los lodos residuales para fabricar ladrillos de acuerdo a las proporciones propuestas en el diseño de experimentos que van desde el 0% al 15% de lodo añadido en peso.
2. Se añadió agua hasta obtener una consistencia plástica y manejable, la cual es medida con una probeta.
3. Para el moldeo se construyó un molde de madera con las siguientes medidas interiores para la fabricación de los ladrillos 50 mm de alto, 130 mm de ancho y 250 mm de largo, medidas de ladrillos comerciales en la ciudad de Durango, Durango.
4. Para el proceso de moldeo, el molde se sumergió en agua durante un lapso de 20 a 30 min, para después agregar el desgrasante directo al molde y a la superficie de la pasta elaborada tal como se realiza en los obradores donde se fabrican los ladrillos comerciales, se colocó la pasta en el molde. Se hizo el desmolde colocando las piezas en un suelo de tierra mezclado con desgrasante.
5. Una vez moldeadas las piezas se dejaron secando a condiciones ambiente en un periodo 48 horas, para después llevar los ladrillos a una cocción en un horno eléctrico tipo mufla en un rango de temperaturas que van desde los 800°C a los 1000°C. La cocción se llevó a cabo por un periodo de una hora en la temperatura deseada, y el horno tarda de 6 a 8 horas en llegar a dicha temperatura dependiendo del valor de la misma.

Se fabricaron un total de 40 ladrillos para pruebas de laboratorio de acuerdo a un diseño de experimentos, el cual se basó en un modelo de diseño central compuesto, en donde las temperaturas de cocción variaron de 800°C para los valores mínimos, 900°C para valores centrales y 1000°C para valores máximos, a su vez se incluyeron los valores axiales correspondientes a 758.58°C y 1041.42°C. En lo concerniente a la adición de lodo residual los valores van desde el 0% para valores mínimos, 7.5% para valores centrales y hasta el 15% de peso añadido en lodo para los valores máximos, los valores axiales correspondientes son 0% y 18.11%. Para este diseño se consideraron 2 centros y tres réplicas de cada experimento.

Una vez fabricados los ladrillos se procedió a su ensaye de acuerdo a las normas NMX-C-037-ONNCCE-2013(Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, 2013a) y NMX-C-036-ONNCCE-2013(Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, 2013c) correspondientes a la absorción de agua y resistencia a la compresión respectivamente. Para posteriormente compararlos con los valores indicados en la normas NMX-C-404-ONNCCE-2012(Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, 2012) para ladrillos de uso estructural y NMX-C441-ONNCCE-2013(Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, 2013b) para ladrillos de uso no estructural

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

Dentro de los resultados obtenidos para la absorción de agua se observa que a mayor temperatura de cocción y menores cantidades de lodo añadido se obtienen los mejores resultados en cuanto a la absorción de agua, esto se debe a un mejor acomodo de las moléculas de los minerales que se encuentran en las arcillas y el lodo residual, reduciendo así los espacios huecos entre moléculas, por lo tanto el agua tiene menos espacios para almacenarse dentro de la estructura interna del ladrillo, por lo que se absorbe menos agua dentro de este. Por caso contrario los resultados obtenidos con una adición del 15% y 18.11% de lodo, resultaron con valores muy por debajo de los esperados debido a la volatilización de la celulosa contenida dentro del lodo residual, dejando así más espacios huecos dentro del ladrillo y por consiguiente absorbiendo una mayor cantidad de agua. Los resultados de las pruebas de absorción de agua se muestran en la Fig. 1.

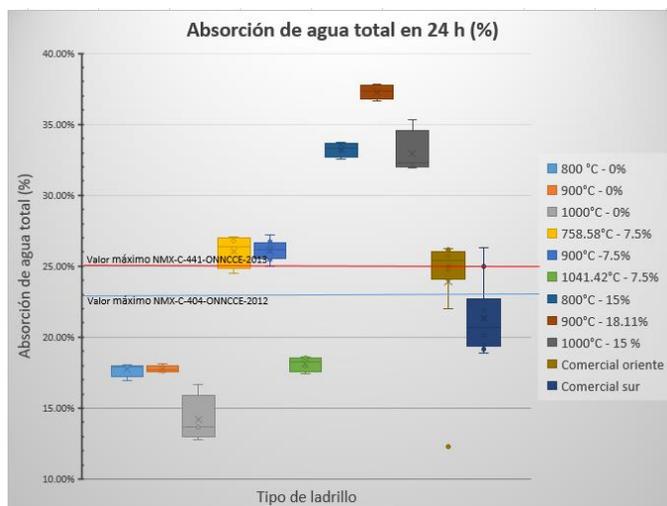


Figura. 1 Resultado de la prueba de absorción de agua de los ladrillos.

En cuanto a los resultados de la prueba de resistencia a la compresión tienen la misma tendencia que los de absorción de agua, se obtienen resistencias más altas a mayores temperaturas de cocción y menor cantidad de lodo añadido al ladrillo. Esto se debe a las mismas razones explicadas anteriormente entre más espacios huecos se tengan dentro de la estructura del ladrillo se obtiene una menor resistencia a la compresión. Los resultados de las pruebas de resistencia de a la compresión se muestran en la figura 2.

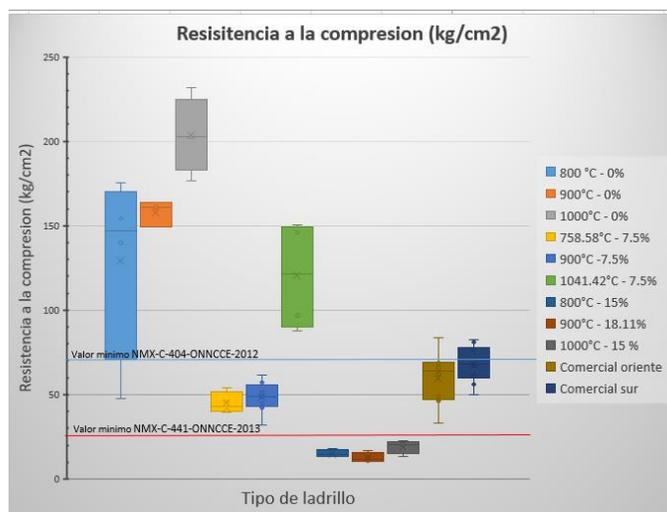


Figura. 2 Resultados de la prueba de resistencia a compresión de los ladrillos.

Adicionalmente se realizó una optimización por la metodología de superficie de respuesta en donde se obtuvieron las condiciones de los factores para obtener los resultados mínimos aceptados por la norma NMX-C-404-ONNCCCE-2012 para poder hacer uso de los ladrillos como elemento estructural. El resultado de esta optimización se muestra en el cuadro 1.

Temperatura de cocción (°C)	% Lodo añadido	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Absorción de agua (%)
800	3.97	70.01	22.79
825	3.81	70.88	22.99
850	3.72	73.67	22.99
875	3.93	75.88	22.99
900	4.38	77.74	22.99
925	5.07	79.06	22.99

950	5.96	80.18	22.99
975	7.02	81.45	22.99
1000	8.24	83.04	22.99

**Cuadro 1** Resultados obtenidos de la optimización.

### Conclusiones/Observaciones

La incorporación de lodos residuales de la industria papelera en el proceso de fabricación de ladrillos es factible desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, ya que se reducen los problemas de contaminación que los lodos pudieran generar, se promueve la conservación de los suelos debido a un menor uso de arcillas destinadas para la fabricación de ladrillos y se incorpora un residuo de la industria papelera como materia prima dentro del proceso de fabricación de los ladrillos. Con los resultados obtenidos de la optimización se observa que se pueden realizar diferentes diseños de mezclas de arcilla-lodo residual de la industria papelera cumpliendo con los valores establecidos por la normatividad vigente para ladrillos de uso estructural. Si se desea cumplir solo con la norma para uso no estructural el diseño de mezclas se vuelve más flexible y se puede añadir en mayor cantidad el lodo residual y disminuir la temperatura de cocción. La adición de los lodos residuales no altera las propiedades mecánicas requeridas por la normatividad vigente.

### Recomendaciones

La adición del lodo residual como parte de la materia prima debe llevarse a cabo en procesos bajo estrictos controles de calidad para obtener resultados favorables. Ya que si este proceso se aplica en los obradores artesanales donde se tiene mas variabilidad a la hora de la cocción, los ladrillos fabricados no alcanzaran la calidad deseada.

Se recomienda el uso de los lodos residuales recién salidos de la prensa, ya que ello conlleva a un ahorro significativo en la cantidad de agua requerida para la formación de la pasta, a partir de la cual se fabrican los ladrillos.

El uso de los lodos residuales como parte de la materia prima en la fabricación de los ladrillos conlleva a un ahorro de las arcillas usadas como materia prima, por lo que debe considerarse su aplicación debido al impacto positivo en el medio ambiente al sustituir el este recurso que puede considerarse como no renovable.

Al trabajar con el lodo residual húmedo, se debe ajustar la cantidad de lodo añadido para lograr la mezcla en las proporciones deseadas en peso.

Se deben adecuar los hornos de cocción de los ladrillos con equipo necesario para la recolección y tratamiento del humo generado por la volatilización de la materia orgánica contenida en los lodos residuales de la industria papelera.

### Referencias

- Goel, G., & Kalamdhad, A. S. (2017). An investigation on use of paper mill sludge in brick manufacturing. *Construction and Building Materials*, 148, 334–343. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.087>
- Hernández, A. V., Alejandro, D., & Cardona, R. (2012). *Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia*. (1), 105–118.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. *Industria de la construcción - Mampostería – Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural – Especificaciones y métodos de ensayo*. , (2012).
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. *Industria de la construcción - Mampostería - Determinación de la absorción total y la absorción inicial de agua en bloques, tabiques o ladrillos y tabicones – Método de ensayo*. , (2013).
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. *Industria de la construcción - Mampostería – Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso no estructural – Especificaciones y métodos de ensayo*. , (2013).
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. *Industria de la Construcción – Mampostería – Resistencia a la compresión de bloques, tabiques o ladrillos y tabicones y adoquines – Método de Ensayo*. , (2013).
- Raut, S. P., Ralegaonkar, R. V., & Mandavgane, S. A. (2011). Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid waste: A review of waste-crete bricks. *Construction and Building Materials*, 25(10), 4037–4042. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.04.038>
- Vieira, C. M. F., & Monteiro, S. N. (2009). Incorporation of solid wastes in red ceramics - An updated review. *Revista Materia*, 14(3), 881–905. <https://doi.org/10.1590/S1517-70762009000300002>