

Obtención de Aislados Proteicos de Espirulina (*Arthrospira maxima*) Cultivada en Zona Tropical

Ing. Mariana Inés Acateca Hernández¹, Dra. Aleida Selene Hernández Cázares²,
Dr. Juan Valente Hidalgo Contreras³, Dra. María Teresa Jiménez Munguía⁴, Ing. Zuemy Hernández Nolasco⁵ y Dra.
María Antonieta Ríos Corripio⁶

Resumen— Los aislados proteicos (AP) son proteínas extraídas de alimentos enteros; el de soya es el aislado vegetal más conocido y utilizado en la industria alimentaria. Dentro de las fuentes emergentes para la obtención de AP se encuentran las microalgas; el género *Arthrospira maxima* es fuente importante de proteínas con un contenido entre 50-60% en peso, fácil digestión y puede ser cultivada con poca inversión de infraestructura. El objetivo de este trabajo fue obtener espirulina (*A. maxima*) en polvo (EP) de la producción de los cultivos a cielo abierto en una zona tropical de la región de Córdoba, Veracruz, México. La EP presentó un contenido de proteína de 60.958 ± 0.505 %, se utilizó el método de solubilización alcalina y precipitación isoelectrica para la obtención del AP el cual presentó un contenido proteico del 77.583 ± 0.505 %. La EP como el AP se caracterizó fisicoquímicamente, se comparó su estructura química mediante espectroscopia infrarroja FTIR y se observó un aumento en la absorción en la región de las proteínas; lo cual se asocia con un incremento en la concentración de proteínas del AP. Se concluye que el AP de *A. maxima* tiene potencial para ser considerado una fuente de consumo alterna de proteínas animal y vegetal.

Palabras clave—Proteínas, aislados proteicos, alimentos, espirulina

Introducción

Las proteínas son componentes principales de los alimentos, debido a su importancia nutricional y comercial, han sido estudiados con detalle por la industria alimentaria con fines tecnológicos y funcionales (Fernández et al., 1997). Derivado del incremento de la demanda proteínica en el mundo, las proteínas alternativas a la proteína animal han llegado para innovar a la industria alimentaria. Entre ellas las de origen vegetal, cuyas características principales y que a diferencia de la proteína animal es que no aportan colesterol y son ricas en fibra (Lee et al., 2020).

La proteína vegetal más estudiada y utilizada ha sido la de soja seguido de las legumbres, cereales, frutos secos y setas (Nagano et al., 1996, Henn et al., 1998). El desarrollo de estas nuevas fuentes de proteína presenta ventajas como un rendimiento superior, la reducción en los costes de producción, la disminución considerable del impacto ambiental (si las comparamos con sus homólogas procedentes de animales), la solución a uno de los retos más decisivos de la industria: el acceso a alimentos sanos, seguros y comprometidos con el medio ambiente a una población mundial en constante aumento (Lee et al., 2020). Una fuente alimentaria económica, sostenible y de alto rendimiento de biomasa por unidad de superficie es la microalga espirulina (*Arthrospira maxima*), el proceso de producción de biomasa es rápido y económico ya que puede ser utilizada para su cultivo agua potable, de río y lluvia etc. (Torres et al., 2020). La espirulina es una cianobacteria microscópica, multicelular, fotosintética y filamentosa de color verde –azulado (Wan et al., 2016). En la tierra surgió aproximadamente hace 3.6 millones de años por un proceso evolutivo entre las

¹ Ing. María Inés Acateca Hernández es estudiante de la Maestría en Ciencias en Innovación Agroalimentaria Sustentable en el Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Veracruz. acateca.mariana@colpos.mx

² Dra. Aleida Selene Hernández Cázares profesora investigadora titular Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Veracruz. aleyse@colpos.mx

³ Dr. Juan Valente Hidalgo Contreras profesor investigador titular Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Veracruz. jvhidalgo@colpos.mx

⁴ Dra. María Teresa Jiménez Munguía es directora Académica del Departamento de Ingeniería Química y Alimentos de la Universidad de la Américas Puebla. mariat.jimenez@udlap.mx

⁵ Ing. Zuemy Hernández Nolasco es estudiante de la Maestría en Ciencias en Innovación Agroalimentaria Sustentable en el Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Veracruz. hernandez.zuemy@colpos.mx

⁶ Dra. María Antonieta Ríos Corripio profesora investigadora Cátedra CONACYT adscrita al Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Veracruz. rios.antonietta@colpos.mx (autor corresponsal)

bacterias y las plantas verdes (Zaid et al., 2015). Los aztecas la conocían como “tecuitlatl”-excremento de piedra en náhuatl, y era parte de su dieta básica, su producción natural se realizaba en el Lago de Texcoco, México, un lago alcalino (Ramírez y Olvera, 2006). En cuanto a su composición química contiene proteína (50-60 %) de alto valor biológico y de fácil digestibilidad (García et al., 2017), lo que la hace un candidato viable para la obtención de aislados proteicos.

El proceso de producción de un aislado proteínico consiste básicamente en una concentración y/o purificación de la proteína de un 70 al 90%. Para conseguir dicho propósito se realiza una extracción, concentración y deshidratación de la proteína. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue la obtención de un aislado proteico no convencional de espirulina (*A. maxima*), la cual se ha cultivado en zona tropical.

Descripción del Método

Producción de espirulina

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Veracruz, México, en el área experimental de cultivo de *A. máxima*. Se utilizó el medio Jourdan para la producción de la espirulina *A. maxima*, las sales nutritivas sulfato de magnesio heptahidratado y nitrato de potasio se adquirieron de Fermont (Monterrey, México), el bicarbonato de sodio y fosfato de sodio dibásico de Sigma Aldrich (Toluca, México) y se utilizó agua potable baja en sales. Se utilizaron fotobiorreactores con capacidad de 5 L en condiciones de invernadero con aeración e iluminación solar natural (diseño propio), durante 15 d.

La recolección de la biomasa se realizó mediante un proceso de filtrado (tela de 40 micras, 200 hilos/cm³) de un 1/3 del volumen del medio cultivo; posteriormente, la espirulina se lavó con agua potable a fin de retirar el exceso de las sales nutritivas. La biomasa fresca y limpia se sometió a un proceso de deshidratación (Excalibur, 2900ECB, Estados Unidos) a 46 °C durante 4 h y la materia seca obtenida se trituró en un procesador de alimentos (Nutribullet).

*Obtención del aislado proteico de *Arthrospira maxima**

La obtención del aislado proteico se llevó a cabo mediante la extracción alcalina de las proteínas solubles presentes seguido de la precipitación ácida cercana a su punto isoeléctrico, de acuerdo con la metodología de Pereira et al. (2018), con ciertas modificaciones.

Caracterización física y química de la espirulina en polvo y el aislado proteico

El rendimiento de la espirulina en polvo se obtuvo por diferencias de peso, con base en la siguiente ecuación: % Rendimiento= (Peso del polvo de la espirulina deshidratada / Peso de la biomasa fresca) *100; donde el peso de la biomasa fresca corresponde al material recolectado después del filtrar el medio de cultivo. La humedad se determinó de acuerdo la metodología propuesta por AOAC (Método 925.09) y se expresó en porcentaje (%), la actividad de agua se analizó con un medidor marca Aqualab (Series 3TE; Decagon Devices Inc., Pullman, WA, USA); para la determinación del color se utilizó un colorímetro Konica Minolta, CR-400 bajo el análisis de los valores L* (Luminosidad), a*(rojo-verde) y b* (amarillo-azul) de la escala CIELab; el contenido de cenizas se realizó según la Norma Mexicana NMX-F-066-S-1978, % de grasas en base a la norma PROY-NMX-F-615-NORMEX-2018 y la determinación del contenido proteico según la Norma Oficial Mexicana NOM-F-68-S-1980.

Caracterización estructural de la espirulina en polvo y el aislado proteico por FTIR

Para la identificación de los grupos funcionales presentes en la espirulina en polvo y el aislado proteico se utilizó un espectrofotómetro Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR) (Bruker, Vertex, Wisconsin, EE.UU.) mediante el método de muestreo de Reflectancia Total Atenuada (ATR). Los espectros se obtuvieron por triplicado y se promediaron. Se utilizaron 64 barridos con una resolución de 4 cm⁻¹ en la región espectral de 4000-400 cm⁻¹. Para el análisis de los espectros se utilizó el programa Origin 6.1 (OriginLab Corporation, EE.UU.).

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Producción de espirulina

En la Figura 1 a) se muestra el cultivo de la espirulina (*A. maxima*) a cielo abierto en biorreactores con aeración e iluminación solar natural, bajo las condiciones de temperatura entre 18 y 28 °C, ciclo de luz: oscuridad 12:12h, aireación continua, pH entre 10 y 11 e intensidad luminosa 40,000 lux. Valores similares han sido reportados por otros autores (Vázquez et al., 2016; Fernández et al., 2020). En la Figura 1 b) se muestra el proceso de obtención de biomasa con un periodo de 15 d entre cosecha, con base a la fase estacionaria de la curva de crecimiento celular obtenida en una investigación previa de Fernández et al. (2022). Este proceso consiste en cosechar la biomasa por un método físico (filtración) para posteriormente deshidratarla a una temperatura de 40 °C durante 5 h, una vez deshidratada, la biomasa es triturada y almacenada en frascos de vidrio oscuro en un lugar fresco y seco hasta su análisis.

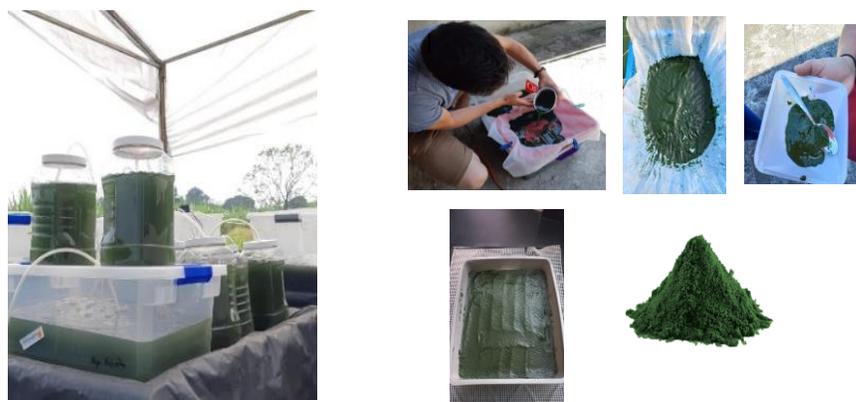


Figura 1. a) Cultivos de espirulina (*A. maxima*) que se encuentran en el área experimental del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Veracruz, México b) proceso de cosecha de espirulina *A. maxima*
Fuente: Propia (2023)

Obtención del aislado proteico de espirulina

En la Figura 2 a) se presenta la espirulina en polvo y el aislado proteico obtenido. Para la espirulina en polvo se obtuvo un polvo fino y un rendimiento del 10 % peso seco, el cual se asocia con la naturaleza de la espirulina ya que su cultivo se da en condiciones acuosas, presentó visualmente un color verde que debe su tonalidad a la clorofila, su contenido depende de la etapa de crecimiento en la que se haga la cosecha de la biomasa, obteniendo una cantidad mayor en la fase estacionaria que en la fase exponencial (Hoseini et al., 2013). En la Figura 2 b) se presenta el aislado proteico donde se obtuvo un polvo fino visualmente de color café, color similar encontrado en otros aislados proteicos extraídos de guisante, frijol y garbanzo (Subagio, 2006; Kaur y Singh, 2007).

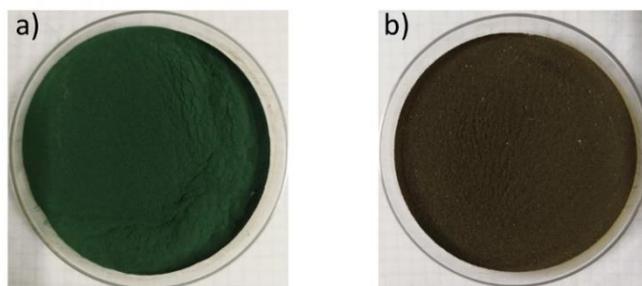


Figura 2. Imágenes de a) espirulina (*A. maxima*) en polvo y b) aislado proteico de espirulina (*A. maxima*)

Caracterización física y química de la espirulina en polvo y el aislado proteico

Los valores de la caracterización física y químicas de la espirulina en polvo y el aislado proteico se presentan en el Cuadro 1. Se obtuvo un contenido de humedad para la espirulina en polvo de 10.719 ± 0.145 % y del aislado de 8.731 ± 0.020 , este valor se encuentra dentro de lo reportado por la Norma Mexicana NMX-F-508-1988. Ambos valores de humedad evitan que el producto final sea susceptible a contaminación por microorganismos (Stramarkou et al. 2017). La actividad de agua fue de 0.406% para la espirulina en polvo y de 0.350 % para el aislado, resultado que favorece a la estabilidad de la espirulina y el concentrado durante almacenamiento. En cuanto al contenido de cenizas en la espirulina en polvo se obtuvo un valor de 9.637 ± 0.138 % valor que disminuyo en el aislado proteico; sin embargo, se encuentra dentro del valor establecido por la Norma Mexicana NMX-F-508-1988 (valor mínimo del 2 % y máximo del 9%). Da Silva et al. (2019) obtuvieron un contenido de cenizas del 6.2% en base seca y dicho valor lo asocian por su riqueza en minerales. El contenido de proteína en la espirulina en polvo fue de 60.958 ± 0.505 %. La FAO, (2008) menciona que la espirulina tiene alto contenido en proteínas (50-60 %), de alto valor biológico y estos resultados son similares a lo reportado por otros autores (Fernández et al. 2022; Marín et al. 2015, García et al. 2003). Para la obtención del aislado proteico, las proteínas se solubilizaron a un pH 11 y se precipitaron a un pH 4.2 (punto isoeléctrico de la proteína) y se obtuvo un valor de 77.583 ± 0.505 % de proteína, el cual aumento en comparación con el valor de la espirulina en polvo. Pereira, (2018) menciona que el método de extracción por precipitación isoeléctrica permite conseguir altos rendimientos. La espirulina es un alimento con bajo contenido de grasa menor al 5 % y es libre de colesterol (FAO, 2008). La espirulina en polvo presentó un valor de grasa de 1.283 ± 0.040 %, el cual fue mayor al obtenido al aislado. En cuanto a su composición en carbohidratos, la espirulina en polvo presentó un valor por debajo del contenido proteico: sin embargo, forma parte de los componentes mayoritarios, el valor de contenido de carbohidratos en el aislado proteico disminuye. Los aislados proteicos por su naturaleza química resultan de un enriquecimiento del material en su contenido proteínico, mediante una separación paulatina de sus componentes no proteínicos como los lípidos, fibra, carbohidratos, minerales, entre otros (Nazari et al., 2018).

Cuadro 1. Valores de la caracterización fisicoquímica de la espirulina en polvo y del Aislado proteico de *Arthrospira maxima*

	Humedad	<i>a_w</i>	Cenizas	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Color	
Biomasa	10.719 ± 0.145 %	0.460	9.637 ± 0.138 %	60.958 ± 0.505 %	1.283 ± 0.040 %	28.121 ± 0.569 %	L	8.383 ± 1.165
							a*	-7.433 ± 0.633
							b*	3.580 ± 0.541
Aislado	8.731 ± 0.020 %	0.350	3.347 ± 0.170 %	77.583 ± 0.505 %	0.713 ± 0.011 %	18.355 ± 0.379 %	L	10.270 ± 0.280
							a*	-0.696 ± 0.236
							b*	4.16 ± 0.223

En cuanto al color los resultados mostraron que la luminosidad (L*) es baja; es decir, posee un color característico verde oscuro para la espirulina en polvo y para el aislado un color marrón. En el caso del índice a, los valores negativos son definidos por el contenido de clorofila y las coordenadas de b dentro de parámetros negativos, son resultado del color azul que le confiere la ficocianina y la aloficocianina, de ahí que la espirulina se denominada una alga verde – azulada. Lupatini et al. (2019) reportan parámetros de color del alga en polvo de 19.73 ± 0.340 (L *), -7.29 ± 0.26 (a *) y 3.59 ± 0.09 (b *) y dichos valores los asocian a la coloración verde – azul del alga por la presencia del pigmento de ficocianina. El aislado presentó cambio de color derivado de la oxidación de la ficocianina y reacciones de Maillard (Pereira, 2008).

Caracterización estructural de la espirulina en polvo y el aislado proteico por FTIR

Los espectros FTIR de la espirulina en polvo de *A. maxima* y del aislado proteico se presentan en la Figura 3 ambos espectros presentaron similitud en las bandas de absorción de grupos funcionales asociadas a la presencia de proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos, sobresaliendo en la región de las proteínas las bandas amida I en 1647 cm^{-1} asociado al enlace C=O y amida II en 1539 cm^{-1} enlace N-H. La presencia de carbohidratos se observó en la región de $1200\text{-}800\text{ cm}^{-1}$ que corresponden a los enlaces C-O-C y C-O. La presencia de lípidos se corroboró con las bandas en 1457 y 1747 cm^{-1} asociadas a los enlaces CH_3 y C=O. Por otra parte, el aislado proteico presentó una disminución de la absorción en la región de los carbohidratos y un aumento en la región de las proteínas, causado por el efecto de aislar las proteínas de los demás componentes de la espirulina en polvo. Estos resultados son similares a los reportados por Lupatini, (2019).

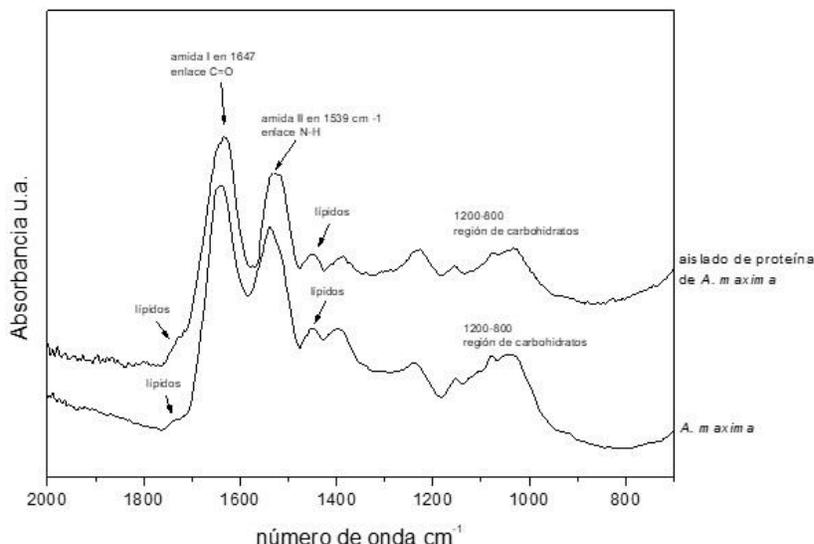


Figura 3. Espectros FTIR de espirulina en polvo y aislado proteico de espirulina (*Arthrospira maxima*) en la región de 2000 a 700 cm^{-1}

Conclusiones

Este estudio demostró que es posible obtener aislados proteicos de espirulina *Arthrospira maxima* con un contenido superior al 65 % utilizando el método de solubilización alcalina y precipitación isoeléctrica. El análisis FTIR nos permitió identificar las bandas de absorción de los grupos característicos de la espirulina sobresaliendo la región de las proteínas e identificar un aumento en la absorción de esta región derivado de la concentración de proteínas. Este aislado proteico de fuentes no convencionales tiene potencial como alternativa económica, rápida y de fácil obtención de proteínas sin embargo es necesario evaluar sus propiedades funcionales para determinar su aplicación como ingrediente alimentario.

Recomendaciones

Se recomienda hacer un estudio electroforético para determinar qué tipo de proteínas se encuentran presentes, así como un perfil de aminoácidos. Por último, el uso de aislados de proteína tiene bastante interés en la industria alimentaria, dada sus cualidades como la capacidad gelificante (formar geles), emulsificación, adherencia, entre otros, los cuales contribuyen al desarrollo de la cremosidad, textura, propiedades que podrían ser aprovechados para obtener una variedad de alimentos.

Referencias

- A.O.A.C: Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. (2005). Methods 925.09: Moisture in cassava - airoven methods.
- Alimentos-Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en alimentos- Método de prueba. PROY-NMX-F-615-NORMEX-2018.
- Da Silva, S.C., Fernandes, I.P., Barros, L., Fernandes, Â., José Alves, M., Calhêla, R.C., Pereira, C., Barreira, J.C.M., Manrique, Y., Colla, E., Ferreira, I.C.F.R., and Filomena Barreiro, M. (2019). Spray-dried *Spirulina platensis* as an effective ingredient to improve yogurt formulations: Testing different encapsulating solutions. *J. Funct. Foods.* (60) 103427.
- FAO, (2008). A review on culture, production and use of *Espirulina* as food for humans and feeds for domestic animals and fish. En: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0424e/i0424e00.pdf>.
- Fernández Corte Baruc, Ríos Corripio M.A., Hernández Cázares Aleida S., Gómez Merino Fernando Carlos, Rodríguez Palacio Mónica C., García Gómez Oscar, Bárcena Vicuña Guadalupe G., Ramírez Hernández Johana. (2020). Desarrollo de un cultivo a cielo abierto de alga espirulina en zona tropical como fuente de proteína. *Academia Journal* 2020. ISBN 978-1-939982-58-2. pp 455-460.
- Fernández-Corte B, Hernández-Cázares AS, Gómez-Merino FC, de Cangas R, Rodríguez-Palacio M, García-Gómez O, Ríos Corripio MA. (2022). Effect of NaCl concentration on the production of *Arthrospira maxima* cultivated in the humid tropics. *Agrociencia* <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i2.2735>
- Fernandez-Quintela A, Macarulla MT, Del Barrio AS, Martinez JA. (1997). Composition and functional properties of protein isolates obtained from commercial legumes grown in Northern Spain. *Plant Foods Hum Nutr.* 51:331–42.
- García JL, de Vicente M, Galán B. (2017). Microalgae, old sustainable food and fashion nutraceuticals. *Microb Biotechnol. Sep;* 10(5):1017-1024. doi: 10.1111/1751-7915.12800. Epub 2017 Aug 15. PMID: 28809450; PMCID: PMC5609256.
- García-Garibay, M. Gómez-Ruiz, L. Cruz-Guerrero, A.E. Barzana, E. (2013). SingleCell protein | Algae. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition). Suiza: Springer Nature Switzerland.
- Henn, R.L., y Netto, F.M. (1998). Biochemical characterization and enzymatic hydrolysis of different commercial soybean protein isolates. *J. Agric. Food Chem.* 46, 3009-3015.
- Hoseini, S. Khosravi-Darani K. & Mozafari, M. (2013). Nutritional and medical applications of *Spirulina* microalgae. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry.* 13 (8). 1231 - 1237. doi: 10.2174/1389557511313080009
- Kaur M, Singh N. (2007). Characterization of protein isolates from different Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Chem.*102:366–74.
- Lee HJ, Yong HI, Kim M, Choi YS, Jo C. (2020). Status of meat alternatives and their potential role in the future meat market - A review. *Asian-Australas J Anim Sci.* 33(10):1533-1543. doi: 10.5713/ajas.20.0419. Epub 2020 Jul 28. PMID: 32819080; PMCID: PMC7463075.
- Lupatini-Menegotto AL, de Souza LES, Colla LM, Costa JAV, Sehn E, Bittencourt PRS, de Moraes Flores ÉL, Canan C, Colla E. (2019). Investigation of techno-functional and physicochemical properties of *Spirulina platensis* protein concentrate for food enrichment. *Journal of Food Science Technology* 114: 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108267>.
- Marín-Prida, J. Llópez-Arzuaga, A. Pavón, N. Pentón-Rol, G. Pardo-Andreu, G. (2015). Aplicaciones de la c-fiocianina: métodos de obtención y propiedades farmacológicas. *Revista de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias.* 1: 29-43
- Nagano, T., Fukuda, Y., y Akasaka, T. (1996). Dynamic viscoelastic study on the gelation properties of b-conglycinin-rich and glycinin-rich soybean protein isolate. *J. Agric. Food Chem.* 44, 3484-3488.
- Nazari B, Mohammadifar MA, Aliabadi SS, Feizollahi E, Mirmoghtadaie L. (2018). Effect of ultrasound treatments on functional properties and structure of millet protein concentrate. *Ultrason Sonochem.* 41:382–8.
- NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Normas Mexicanas. Dirección general de normas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-F-68-S-1980 Alimentos Determinación de Proteínas.
- Pereira, A. M., Lisboa, C. R., & Costa, J. A. V. (2018). High protein ingredients of microalgal origin: Obtainment and functional properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies,* 47, 187-194.
- Ramírez, L., y Olvera, R. (2006). Uso tradicional y actual de *Spirulina* sp. (*Arthrospira* sp.) *Interciencia* (31), pp. 657–663.
- Stramarkou M, Papadaki S, Kyriakopoulou K, Krokida M. (2017). Effect of drying and extraction conditions on the recovery of bioactive compounds from *Chlorella vulgaris*. *Journal of Applied Phycology* 29: 2947-2960. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1181-8>.
- Subagio A. (2006). Characterization of hyacinth bean (*Lablab purpureus* L. Sweet) seeds from Indonesia and their protein isolate. *Food Chem.*95:65–70.
- Torres-Tiji Y, Fields FJ, Mayfield SP. (2020). Microalgae as a future food source. *Biotechnol Adv.* 2020 Jul-Aug;41:107536. doi: 10.1016/j.biotechadv.2020.107536. Epub PMID: 32194145.
- Vázquez Pérez, R.N., Hernández Uribe, F., Villegas Aguilera, M.M., Martínez Murillo, R., López García, K.E., Pérez Barragán, C.E. y Arredondo Vega, B.O.(2016). Evaluación del contenido de proteínas de la biomasa de espirulina (*Arthrospira maxima* cultivada en condiciones ambientales en biorreactores. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos.* Vol. 1, No.1 333-337.
- Wan, D., Wu, Q., and Kuča, K. (2016). *Spirulina*, in: *Nutraceuticals.* Elsevier, pp. 569–583.
- Zaid, A.A.A., Hammad, D.M., Sharaf, E.M. (2015). Antioxidant and anticancer activity of spirulina platensis water extracts. *Int. J. Pharmacol.* (11) 846–851.

Crecimiento de Albahaca (*Ocimum basilicum* L.) con Relación a la Nutrición Química

Cid Aguilar Carpio Dr¹, Dr. Porfirio Juárez López²,
MC. Adriana Pérez Ramírez³ y Dr. José Alberto Salvador Escalante Estrada⁴

Resumen— El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de nitratos de la solución nutritiva Steiner sobre el crecimiento y producción en el cultivo de albahaca bajo condiciones de invernadero. El estudio se realizó en Cuernavaca, Morelos, México. En el cultivo de albahaca Nufar se aplicó la solución nutritiva de Steiner en diferentes niveles de nitrato 0, 8 y 16 mEq L⁻¹. Para evaluar el crecimiento del cultivo se realizaron muestreos destructivos; en donde midió el área foliar, índice de verdor, peso seco y fresco. A las variables se les realizó un análisis de regresión con el programa Excel®. El mayor índice de verdor, área foliar, peso seco y fresco se obtuvo con la solución nutritiva a 16 mEq L⁻¹. De acuerdo con los resultados encontrados, se sugiere emplear la solución nutritiva a 16 mEq L⁻¹ para obtener el mayor crecimiento y rendimiento en el cultivo de albahaca.

Palabras clave—nutrimentos, materia, plantas medicinales, producción.

Introducción

La albahaca (*Ocimum basilicum* L.) es una planta aromática y medicinal, herbácea, anual que puede ser una alternativa de producción en condiciones de invernadero, por ser económicamente importantes, debido a la demanda en los mercados. Presenta diversos usos farmacéuticos por sus propiedades diuréticas y estimulantes; además, tiene numerosas aplicaciones en la medicina tradicional (Ruiz *et al.*, 2016).

La albahaca se cultiva en regiones con clima cálido, semicálido, seco, semiseco y templado; (Reyes-Pérez *et al.*, 2013). En 2019, se cosecharon en México 387.5 ha de albahaca con una producción anual de 3,103.4 t y un rendimiento promedio de 8.0 t ha⁻¹. Dentro de los principales estados productores se encuentran Baja California Sur, Puebla, Morelos, Nayarit, Baja California y Guerrero. Siendo Morelos el tercer productor a nivel nacional con una producción de 338 t y rendimiento promedio de 6.7 t ha⁻¹ (SIAP, 2022).

Uno de los aspectos que pueden afectar el crecimiento y rendimiento de los cultivos, es la nutrición mineral (Sánchez *et al.*, 2009). En este sentido, el requerimiento nutrimental es la cantidad de nutrimento requerida por la planta para satisfacer sus necesidades metabólicas, y a su vez, alcanzar el rendimiento máximo (Valentín *et al.*, 2013). El crecimiento del cultivo está influenciado principalmente por el clima y la nutrición. Con base en lo anterior, el análisis de crecimiento ha sido usado ampliamente para el estudio de los factores (nutrición y condiciones ambientales) que influyen en el desarrollo de la planta, a través del seguimiento de la acumulación de materia seca durante el ciclo del cultivo (Aguilar-Carpio *et al.*, 2021). El análisis de crecimiento usa medidas directas como el peso de la materia seca, la cual depende del tamaño, actividad y duración del área foliar (Rakesh *et al.*, 2017).

Existen diversos estudios en albahaca relacionados a la producción con el uso de sustratos orgánicos (Ruíz *et al.*, 2016), fechas de siembra (Barroso y Jerez, 2002), evaluación de variedades de albahaca en condiciones salinas (Ojeda-Silvera *et al.*, 2015), así como la distribución de la biomasa por efecto del nitrógeno y potasio (Combatt-Caballero *et al.*, 2020). Sin embargo, los antecedentes indican que los estudios acerca del análisis de crecimiento en función de la nutrición mineral en albahaca son escasos, por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de nitratos de la solución nutritiva Steiner sobre el crecimiento y producción en el cultivo de albahaca bajo condiciones de invernadero.

Descripción del Método

El estudio se realizó en Cuernavaca, Morelos, México (18° 58' 51" latitud norte y 99° 13' 55" longitud oeste a 1866 msnm), de mayo a junio de 2019. En invernadero de plástico color blanquecino y malla anti afidos en las paredes laterales el 1 de abril se sembraron semillas de albahaca "Nufar" de la empresa Johnny's Selected Seeds® en

¹ Cid Aguilar Carpio Dr es Investigador Auxiliar Adjunto del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillos, Montecillo, Estado de México. aguilar.cid@colpos.mx (autor corresponsal)

² El Dr. Porfirio Juárez López es Profesora de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos. porfirio.juarez@uaem.mx

³ La MC. Adriana Pérez Ramírez es Estudiante de Doctorado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos. pera1283@yahoo.com.mx

⁴ El Dr. José Alberto Salvador Escalante Estrada es Profesora Investigadora del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México. jasee@colpos.mx

bandejas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato de germinación a BM2 Berger®, en donde se colocó una semilla por cavidad. A los 30 días después de la siembra se realizó el trasplante en bolsas de polietileno.

Los tratamientos fueron concentraciones de la solución nutritiva de Steiner (1984) en diferentes niveles de nitrato 0, 8 y 16 mEq L⁻¹. Los fertilizantes que se usaron para preparar la solución nutritiva fueron nitrato de calcio, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, sulfato de potasio y fosfato monopotásico. Los microelementos se aplicaron mediante mezcla comercial de quelatos (Ultrasol Micro Mix, SQM®), en dosis de 40 g por cada 500 L de solución nutritiva. Para calcular esta dosis se consideró el suministro de 3 ppm de hierro (Fe), ya que la mezcla comercial de micronutrientes contiene las siguientes concentraciones en porcentaje: Fe (7.5), Mn (3.7), B (0.4), Zn (0.6), Cu (0.3), y Mo (0.2). El pH se ajustó entre 5.6 y 6.0 con ácido sulfúrico. El riego se realizó diariamente y varió de 0.5 a 1.0 L de la solución nutritiva por macera en función del crecimiento del cultivo.

El diseño experimental fue completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por 24 bolsas de polietileno color negro de 8 L de capacidad, llenadas con tezontle como sustrato, con granulometría de 1 a 10 mm.

Durante el desarrollo del estudio se registró la temperatura (°C) y humedad relativa (HR, %) dentro del invernadero con un registrador de datos ambientales Hobo Modelo U12-012 (Onset®). Asimismo, se midió el índice de verdor con el equipo portátil SPAD-502 Plus Minolta, las lecturas se tomaron entre las 11:00 y las 12:00 en hojas maduras y extendidas; el promedio de cada lectura se obtuvo de 10 registros con seis repeticiones.

El crecimiento del cultivo se evaluó en función de los cuatro niveles de nitratos de la solución nutritiva, mediante muestreos destructivos de cuatro plantas por tratamiento a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días después del trasplante (ddt); en cada muestreo se midió el área foliar, el cual se determinó con un medidor de área foliar (LI-COR® 3100). También se evaluó el peso fresco y seco por planta (g) cuantificada con una báscula digital (OHAUS®), con aproximación de 0.0001 g. Las muestras se secaron a 70 °C en una estufa de circulación de aire forzado durante 72 horas.

A las variables en estudio se les realizó un análisis de regresión y se obtuvo la ecuación correspondiente, con el programa Excel®, Microsoft Office de Windows.

Resultados y discusión

Temperatura y humedad relativa

Las temperaturas máximas y mínimas registradas fueron 42 °C y 14 °C, respectivamente, con una media de 26 °C. La humedad relativa fue de 80, 20 y 49 % correspondientes a máxima, mínima y media, respectivamente. Estas condiciones ambientales concuerdan con las de Barroso y Jerez (2002) quienes, en el cultivo de albahaca en invernadero, reportaron que la temperatura media osciló entre 19 y 28 °C y la HR entre 75 y 81%. Condiciones diferentes a las registradas por Reyes *et al.* (2020) en donde el cultivo de albahaca se desarrolló con temperaturas medias de 13 hasta 20 °C y de 73 a 80% de HR.

Índice de verdor

Los niveles de nitratos utilizados generaron diferencias en el índice de verdor (Figura 1), en donde la aplicación de 16 mEq L⁻¹ promovió una mayor intensidad de verdor (52.9 SPAD) en las plantas de albahaca, a los 42 ddt, en relación con los demás tratamientos; tendencia que también se observó durante el crecimiento de la planta. Los valores graficados se adaptaron a un modelo polinómico de segundo grado. Por su parte, Campos y Flores (2013) reportaron en suelos con niveles bajos de nitrógeno (0.01 ppm) valores de 11 unidades SPAD en el cultivo de albahaca (*Ocimum Selloi* Benth.), lo que corrobora el hecho de que la aplicación de nitrógeno es importante en el crecimiento y rendimiento del cultivo.

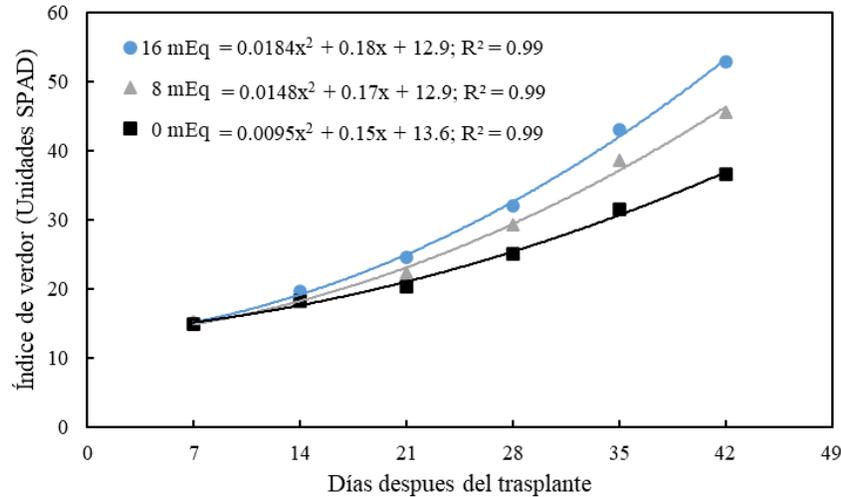


Figura 1. Efecto de la concentración de la solución nutritiva Steiner en el índice de verdor de plantas de albahaca.

Peso seco

En cuanto al peso seco, la aplicación de 16 mEq L⁻¹ presentó el valor más alto (14.2 g planta⁻¹) a los 42 ddt, en comparación a la aplicación de 8 y 0 mEq L⁻¹ (Figura 2). En el crecimiento del cultivo, el peso seco por planta presentó un crecimiento ascendente en función del nivel de la solución nutritiva aplicada. Las tendencias del peso seco en los niveles de nitratos se ajustaron a un modelo cuadrático. Así, la producción del peso seco por planta por día fue de 0.06 g para la concentración de a 16 mEq L⁻¹, el cual superó a la aplicación de 8 y 0 mEq L⁻¹. Al respecto, Combatt-Caballero *et al.* (2020) reportaron un aumento en el peso seco a medida que se fue elevando el nivel de nitrógeno en plantas de albahaca.

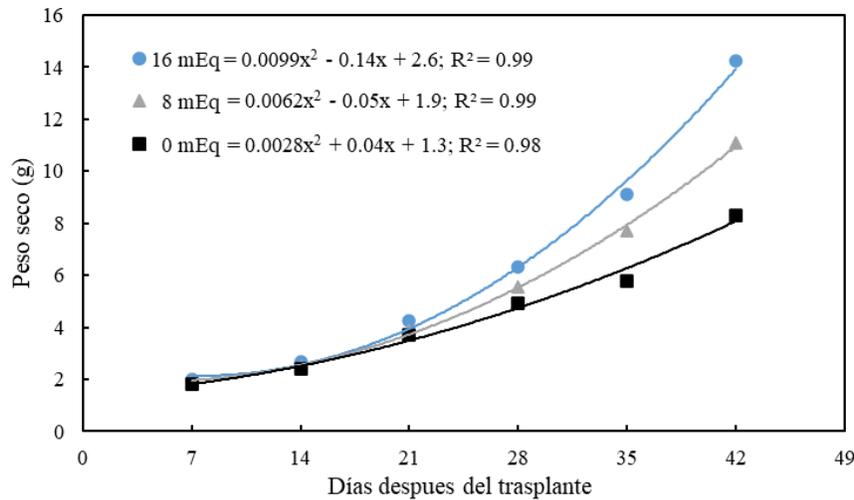


Figura 2. Efecto de la concentración de la solución nutritiva Steiner en el peso seco de plantas de albahaca.

Área foliar

El área foliar se vio favorecida por el aumentó en los niveles de nitratos de la solución nutritiva (Figura 3). Esta respuesta a los niveles de nitratos se ajustó a un modelo cuadrático. Puede apreciarse que con 16 mEq L⁻¹ se produjo la mayor área foliar por día (1.4 cm²), respecto a las demás concentraciones. Cabe indicar, que el máxima dosel foliar se pudo observar a los 42 ddt con la aplicación de 16 mEq L⁻¹ (173 cm²), así mismo, conforme se fue desarrollando la planta. Por su parte, el área foliar reportada por Colorado *et al.* (2013) fue de 132 cm² a los 61 ddt en plantas de albahaca cultivadas en suelos agrícolas, sin aplicación de fertilizantes químicos.

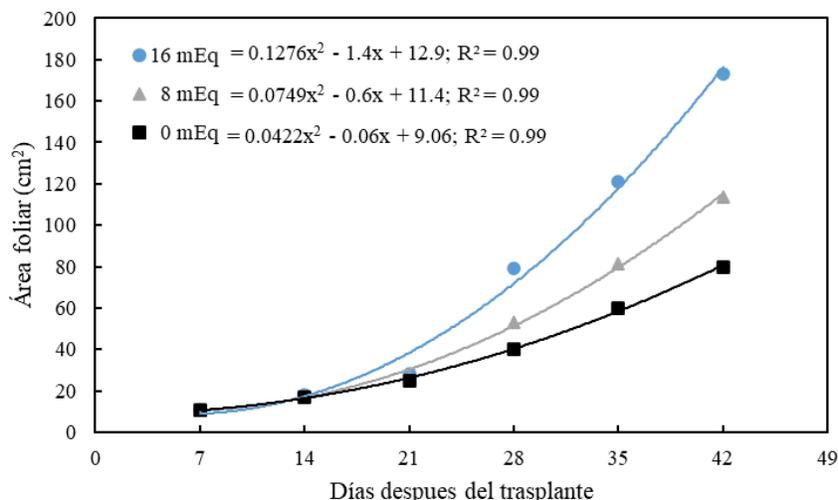


Figura 3. Efecto de la concentración de la solución nutritiva Steiner en área foliar de plantas de albahaca.

Peso fresco

El peso fresco más alto se obtuvo a los 42 ddt con la aplicación de 16 mEq L⁻¹ (185.6 g por planta), seguido de 8 mEq L⁻¹ (147 g por planta) (Figura 4). Esto indica que a medida que se incrementaron los niveles de nitratos de la solución nutritiva también se obtuvo una mejor producción en el peso fresco de la planta de albahaca. Al respecto, Vázquez-Vázquez *et al.* (2015) indican que con la solución Steiner a 12 mEq L⁻¹ se aumenta la materia fresca en plantas de albahaca.

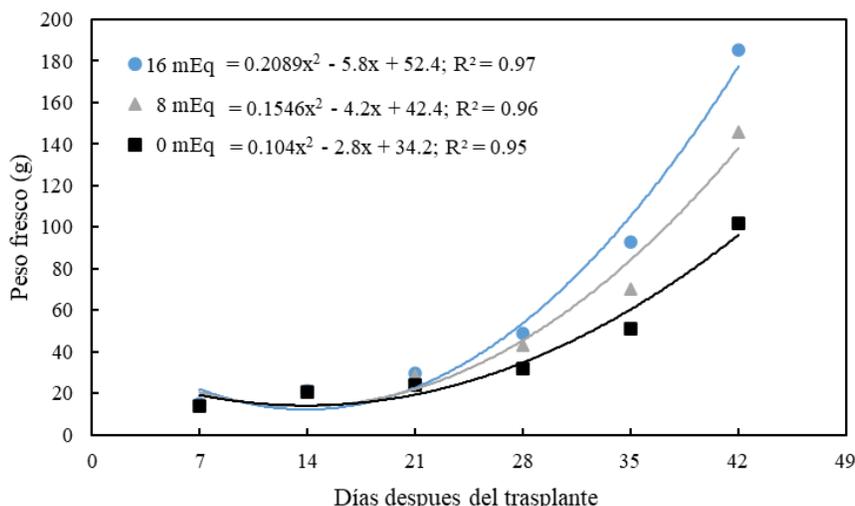


Figura 4. Efecto de la concentración de la solución nutritiva Steiner en el peso fresco de plantas de albahaca

Comentarios Finales

Conclusiones

El mayor índice de verdor, peso seco, tasa de crecimiento del cultivo, área foliar y peso fresco se obtuvo con la solución nutritiva de Steiner a 16 mEq L⁻¹. La aplicación de la nutrición química promovió un incremento ascendente sobre las variables evaluadas, así como en la productividad del cultivo.

Recomendaciones

De acuerdo con los resultados encontrados y las condiciones en que se realizó el estudio, se sugiere emplear la solución nutritiva de Steiner a 16 mEq L⁻¹ para obtener el mayor crecimiento y rendimiento en el cultivo de albahaca.

Referencias

- Aguilar-Carpio, C., González-Maza, S. V., Juárez-López, P., Alia-Tejacal, I., Palemón-Alberto, F., Arenas-Julio, Y. R. y Escalante-Estrada, A. S. 2021. Análisis de crecimiento de epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) cultivado en invernadero. *Biotecnia*. 23(2): 113-119.
- Barroso, L. y Jerez, E. 2002. Fenología de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) cultivada en diferentes fechas de siembra. *Cultivos Tropicales*. 23(2): 43-46.
- Campos, M. L. y Flores, S. D. 2013. Sustratos orgánicos como alternativa para la producción de albahaca (*Ocimum Selloi* Benth). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5: 1055-1061.
- Colorado, F., Montañez, I., Bolaños, C. y Rey, J. 2013. Crecimiento y desarrollo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) bajo cubierta en la sabana de Bogotá. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*. 16(1): 121-129.
- Combatt-Caballero, E., Pérez-Polo, D., Villalba-Arteaga, J., Mercado-Lázaro, J. y Jarma-Orozco, A. 2020. Macronutrientes en el tejido foliar de albahaca *Ocimum basilicum* L. en respuesta a la aplicación de nitrógeno y potasio. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*. 23(2): e1325.
- Ojeda-Silvera, C. M., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Troyo-Diéguez, E., Reynaldo-Escobar, I. M., Ruíz-Espinoza, F. y García-Hernández, J. L. 2015. Emergencia y crecimiento de plántulas de variedad de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sometidas a estrés hídrico. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 2(5): 151-161.
- Rakesh, P., Vijay, P., Madurima, D., Mahesh, M. y Ramesh, C.M. 2017. *Plant Growth Analysis. Manual of ICAR Sponsored Training Programme on "Physiological Techniques to Analyze the Impact of Climate Change on Crop Plant"*. 103-107.
- Reyes, A. D. Y., Mora, H. M. E., Lugo, J. y Del Águila, P. 2020. Estabilización por vermicomposteo de lodos residuales aplicados en la productividad de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 36(2): 371-381.
- Reyes-Pérez, J. J., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Troyo-Diéguez, E., Reynaldo-Escobar, I. M., Rueda-Puente, E. O. y Cuervo, A. J. L. 2013. Germinación y características de plántulas de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sometidas a estrés salino. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícola*. 4(6): 869-880.
- Ruiz, E. F. H., Hernández, E. R., Beltran, M. F. A., Zamora, S. S., Loya, R. J. G. y Luna, O. J. G. 2016. Macroalgas como componente en el sustrato para producción de plántula de albahaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 17: 3543-3555.
- Sánchez, G. P., Molinos, D. S. C., Alcántar, G. G. y Sandoval, V. M. 2009. Diagnóstico nutrimental en plantas. In: Alcántar, G. G., & Trejo-Téllez, L. I. (Eds.), *Nutrición de Cultivos* (pp. 202-247). D.F., México: Mundi-Prensa.
- SIAP (Sistema de Información Agropecuaria). 2022. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. SAGARPA. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. In *Proc. 6th International Congress on Soilless Culture* (pp: 633-649). ISOSC. Wageningen, The Netherlands.
- Vázquez-Vázquez, C., Ojeda-Mijares, G. I., Fortis-Hernández, M., Preciado-Rangel, P. y Antonio-González, J. 2015. Sustratos orgánicos en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y su calidad fitoquímica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 16(8): 1833-1844.
- Valentín, M. M. C., Castro, B. R., Rodríguez, P. J. E. y Pérez, G. M. 2013. Extracción de macronutrientes en chile de agua (*Capsicum annum*). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 19: 71-78.

Notas Biográficas

- El **Dr. Cid Aguilar Carpio** es Investigador Auxiliar Adjuvado del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillos, Montecillo, Estado de México.
- El **Dr. Porfirio Juárez López** es Profesora de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos.
- La **MC. Adriana Pérez Ramírez** es Estudiante de Doctorado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos.
- El **Dr. José Alberto Salvador Escalante Estrada** es Profesora Investigadora del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México.

Habitabilidad Urbano Arquitectónica durante la Etapa de Contingencia por Covid-19 en México

Dra. Blanca Inés Aguilar Frías¹, Dr. Jesús Martínez Bocardi²,
Dr. Héctor Rivera Torres³ y Miriam Guzmán Hernández⁴

Resumen— Derivado a la contingencia por COVID-19 surge el interés por conocer la esencia de utilización de los espacios urbano-arquitectónicos donde se está llevando a cabo el distanciamiento social, propiciando una concepción de cada particular experiencia por persona y familia. Siendo el espacio público tan necesario para reproducir la cultura y propiciar experiencias que la sociedad valora como su expresión cultural, al verse privados de este espacio surge el replanteamiento sobre las repercusiones de convivencia social en su estado modificado en extremo. Por otro lado, el aumento de la convivencia al interior de la vivienda pone de manifiesto la creatividad para obtener el mejor y mayor provecho de los espacios habitables en cuanto a calidad y cantidad de uso horario, de ellos, por lo que el conocimiento específico de estos elementos muestra la situación prevaleciente dentro de estos espacios privados y su habitabilidad.

Palabras clave— Espacio público, OURBE, covid-19, habitabilidad, Contingencia.

Introducción

Para definir la habitabilidad urbano-arquitectónica emplearemos el enfoque descriptivo, el cual asiste en la comprensión del estado actual de la calidad de vida en época de aislamiento social en México, generado durante la contingencia por la pandemia de COVID-19 y que integra la encuesta “El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19” que fue estructurada, aplicada y analizada por el grupo de trabajo colaborativo formado por cuatro docentes de la Universidad Veracruzana y un docente del Instituto Politécnico Nacional, y de la cual aquí se presenta parte del resultados.

Descripción del Método

Habitabilidad

Las enfermedades en la edad media afectaron a las hacinadas ciudades europeas. El deficiente manejo del agua residual (Moreno, 2008) tanto como la mala ventilación en las viviendas y la suciedad fortalecieron la propagación de enfermedades como la hepatitis, tuberculosis, cólera y más. Con el acercamiento de servicios varios a los habitantes de las ciudades, estos centros urbanos formaron las grandes concentraciones que por su tamaño y consumo de recursos y a la vez de desechos, son concentraciones donde nuevamente se genera y propicia la enfermedad que actualmente mantiene en alerta a todos los gobiernos y sus centros de salud.

Vivienda

La vivienda desde siempre ha sido considerada como el refugio del ser humano, en la actualidad es el lugar de confinamiento y la defensa de primera línea contra el coronavirus (ONU-HABITAT, 2020) y considerada como una condición de vida y muerte. Funge como elemento de cultura, trato social, espacio de convivencia y muy recientemente como refugio. Sin embargo, en la reclusión la estadía en el hogar pequeño o con hacinamiento eleva los niveles de estrés y exalta riesgos de violencia para los más vulnerables: mujeres y niños.

Movilidad

La movilidad generada por los desplazamientos de personas y mercancías se ha visto reducida por las medidas de aislamiento social establecidos por el gobierno mexicano y los internacionales en aras de controlar la propagación del virus SARS-CoV-2 que genera la enfermedad COVID-19. Mientras en otra época se podía observar a la movilidad como ese motor de la economía, en la actualidad se nota su drástica reducción.

¹ La Dra. Blanca Inés Aguilar Frías, es profesora de la Facultad de Arquitectura en la Universidad Veracruzana, México, y responsable de proyecto, baguilar@uv.mx

² El Dr. Jesús Martínez Bocardi, es profesor de la Facultad de Arquitectura en la Universidad Veracruzana, México, y colaborador en el proyecto, jmartinez@uv.mx.

³ El Dr. Héctor Rivera Torres, es profesor de la Facultad de Arquitectura en la Universidad Veracruzana, México, y colaborador en el proyecto, hrivera@uv.mx.

⁴ Miriam Guzmán Hernández, estudiante de la Facultad de Arquitectura en la Universidad Veracruzana, México, zS19006285@estudiantes.uv.mx

Espacio Público

El ser humano conforma estructuras sociales donde sobresalen las relaciones entre grupos y actividades afines para lo cual se establecen espacios públicos con la finalidad de llevar a cabo reuniones para el fin común. Este importante elemento integrador nace con las ciudades. Como lo menciona Bladimir G. Michel (2005) los procesos de configuración de la ciudad expresan formas de concebirla y en la actualidad con la contracción en el uso de esta zona se debe replantear la interacción entre los usuarios. Así, el diseño del espacio conforma claramente un punto de relevancia en época de confinamiento ya controlando su acceso y reduciendo la cantidad de personas que ahí converjan o como área de solaz y relajación de la reclusión por esta.

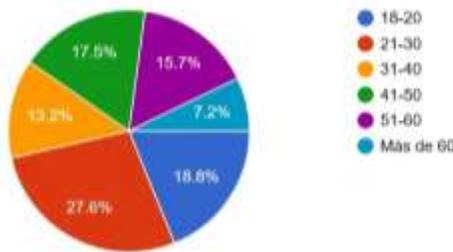
Desarrollo de la encuesta

Se elaboró una encuesta en línea, que se aplicó en el periodo del 26 de mayo al 26 de agosto del presente año, de manera abierta a la comunidad en general y que alcanzó 446 respuestas. En el formato se abordan tres principales temáticas:

- a. datos generales del participante,
- b. el entorno urbano en que se desenvuelve, y
- c. el espacio arquitectónico que se habita.

La encuesta fue distribuida virtualmente a través de la red social WhatsApp. Como se muestra en la gráfica 1 la edad predominante de las personas que dieron respuesta fue del rango de 21 a 30 años, seguido del rango de 18 a 20 años y de 41 a 50 años. Con ello observamos que la mayoría de las personas que contestaron están dentro de la edad productiva.

Edad de las personas que contestaron la encuesta



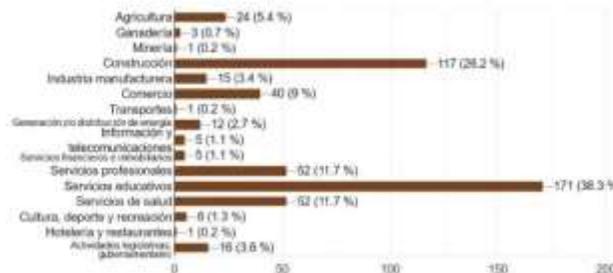
Gráfica 1. Edad de las personas que contestaron la encuesta.

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

Principalmente participaron personas radicadas en Veracruz, con mayor representatividad en Poza Rica, Veracruz, Xalapa, Papantla, Coatzintla, Tihuatlán y Tuxpan. En cuanto al nivel de escolaridad, 44.1% cuenta con licenciatura seguido por el 19.5% con nivel de maestría, el 15.2% con preparatoria y el 14.5% cuenta con doctorado.

Actividad preponderante

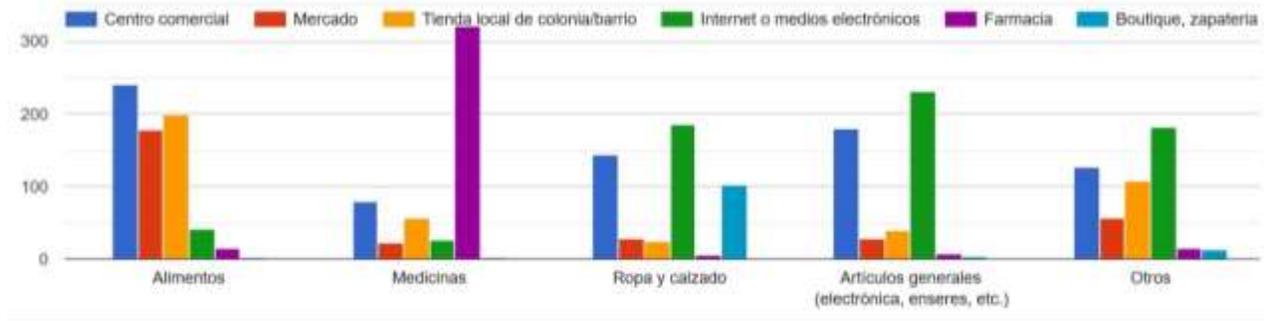
En la gráfica 2 Actividad preponderante son los servicios educativos con 38.3%, seguida de la construcción con 26.2%. Los lugares de abasto de muestran en la gráfica 3, encontrándose que el suministro de diversos bienes de consumo durante la contingencia se realiza acudiendo a diferentes lugares.



Gráfica 2. Actividad preponderante de los encuestados

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

Lugares de abastecimiento durante la contingencia



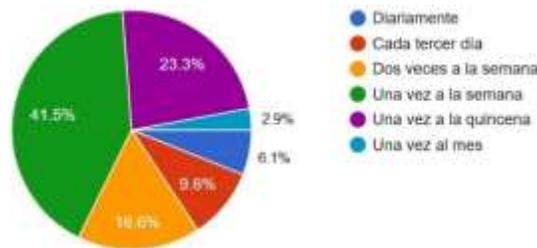
Gráfica 3. Lugares de abastecimiento durante la contingencia.

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

La frecuencia con que las personas realizan la compra de alimentos se muestra en la gráfica 4, y es mayoritariamente una vez a la semana, se puede relacionar con una disminución en las salidas de las personas durante la contingencia.

Frecuencia de compra de alimentos

Entre los hábitos de consumo en la contingencia el servicio de entrega o reparto a domicilio es utilizado por casi el 80% de las personas consultadas. Esto seguramente motivado por el seguimiento de las recomendaciones de permanecer en casa como medida preventiva.

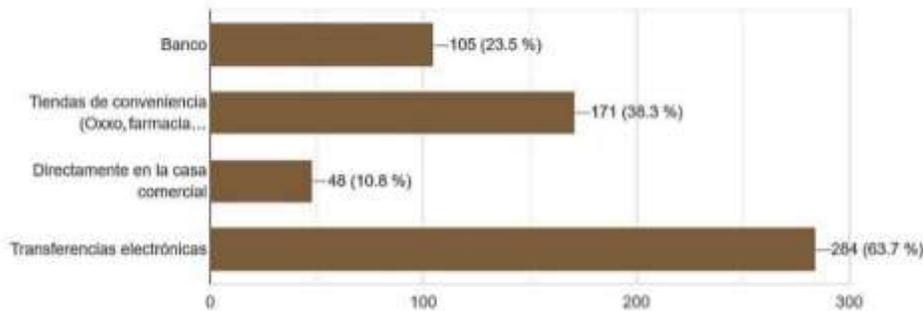


Gráfica 4. Frecuencia de compra de alimentos.

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

Pago de servicios

La manera en que las personas realizan el pago de sus servicios es mayoritariamente a través de transferencias electrónicas lo cual se puede observar en la gráfica 5. Aquí se observa nuevamente que las personas optan por realizar desde casa sus actividades.

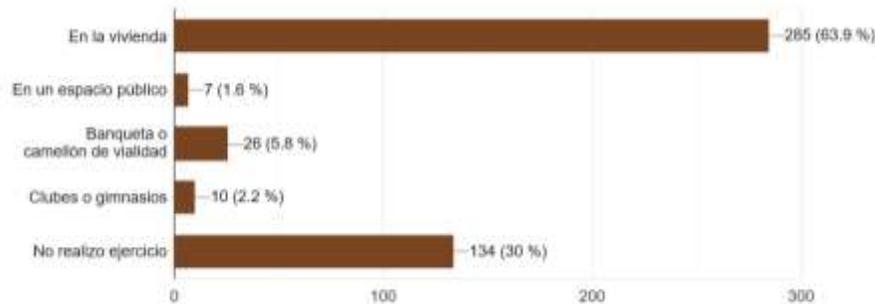


Gráfica 5. Lugar donde realiza el pago de servicios.

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

Espacio para realizar ejercicio

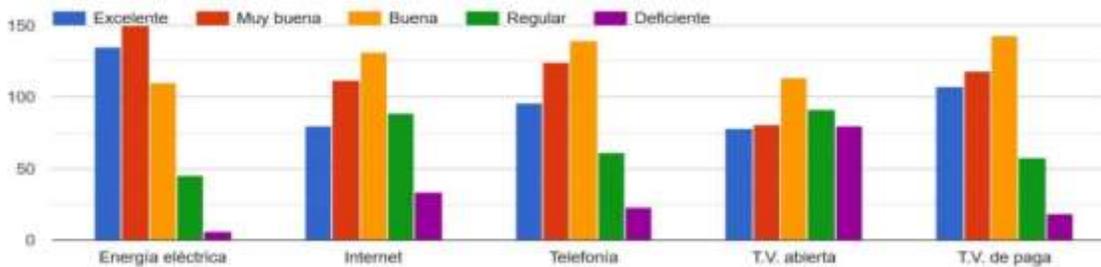
En la gráfica 6 se representa las respuestas del tema de realización de ejercicio en donde encontramos que quienes practican ejercicio lo hacen preferentemente en su vivienda.



Gráfica 6. Espacio usado para realizar ejercicio.

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

Calidad de los servicios en su colonia



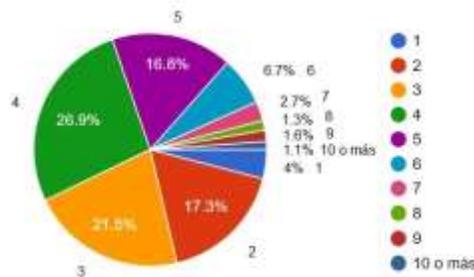
Gráfica 7. Calidad de los servicios en su colonia o zona donde vive.

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

La calidad de los principales servicios con que cuenta la colonia o zona en que viven las personas consultadas mostrada en la gráfica 7 y se considera de buena a muy buena, como son la TV de paga, la telefonía y el internet.

Personas por vivienda

El promedio de habitantes por vivienda en México es de 3.9, lo cual se refleja en las menciones de las personas consultadas, quienes en su mayoría manifiestan 4 ocupantes por vivienda (26.9%), gráfica 8.

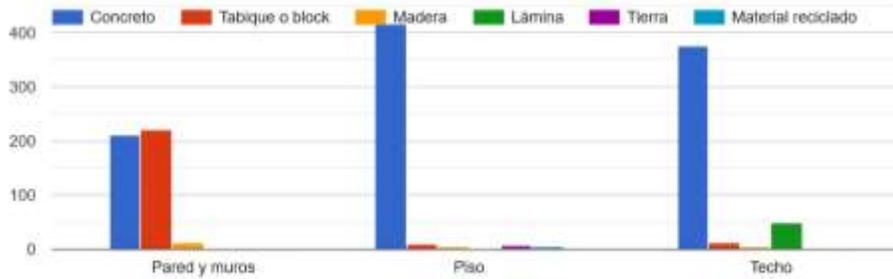


Gráfica 8. Cantidad de personas por vivienda.

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

Material de los elementos de la vivienda

En cuanto al tipo de material con que están contruidos los principales elementos de la vivienda se muestran en la gráfica 9, el concreto sobresale como el más empleado.

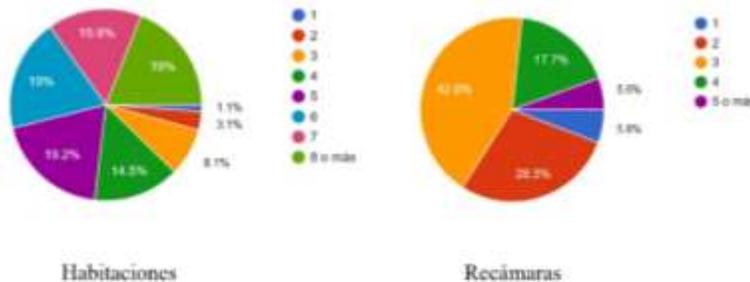


Gráfica 9. Material de los elementos de la vivienda.

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

Habitaciones y recámaras por vivienda

Al considerar el número de habitaciones por vivienda en el estudio, se tiene que con 19% se encuentran las viviendas con 5, 6, y 8 o más habitaciones mostrado en la gráfica 10.

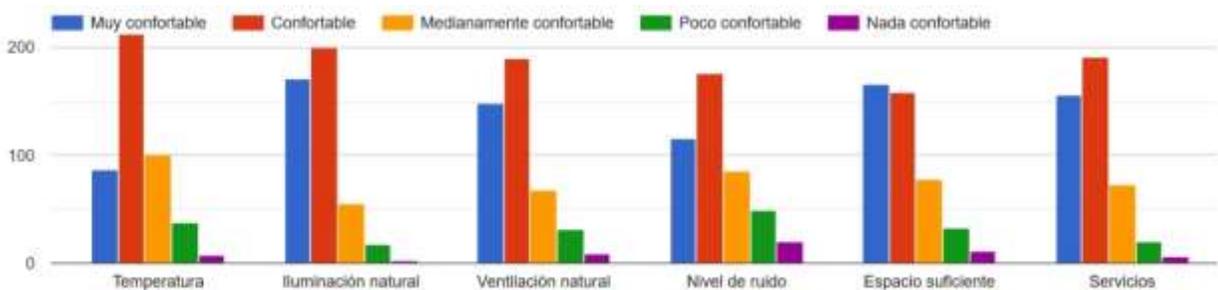


Gráfica 10. Habitaciones y recámaras por vivienda

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

Nivel de confort de la vivienda

El confort es uno de los principales atributos de una vivienda. Para analizarlo se consideraron 6 categorías mostradas en la gráfica 11, en donde la iluminación y la ventilación naturales resultaron con menciones más positivas, de confortable a muy confortable.

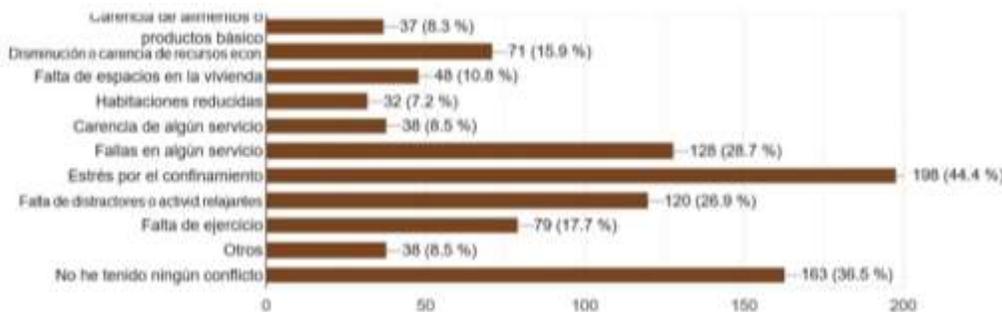


Gráfica 11. Nivel de confort de la vivienda

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

Conflictos en la familia durante el confinamiento

Durante la etapa de confinamiento por la contingencia sanitaria por Covid-19, en las familias surgen conflictos debidos a distintas causas, manifiestos en la gráfica 12.



Gráfica 12. Causas de conflictos en la familia durante el confinamiento

Fuente: Encuesta *El espacio urbano arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19*, (2020).

Conclusión

Este análisis permite identificar que el diseño de las viviendas no considera la convivencia continua de todos los miembros de la familia por un tiempo prolongado. El coeficiente de ocupación del suelo se debe repensar para el nuevo modelo de habitabilidad sanitaria con fines de uso intensivo de la vivienda unifamiliar y multifamiliar a la vez que la dotación de áreas de convivencia sana con indicativos de espacio saludable y seguro por individuo en sitios abiertos. Lo anterior implica repensar la urbanización, ¿ciudades compactas actualmente es lo más conveniente para una población en estado de alerta sanitaria?

Referencias

Aguilar Frías, Blanca I.; Martínez Bocardí, Jesús; Alanís Méndez, José L.; Rivera Torres, Héctor, Carrasco Aquino, Roque. (2020) Presentación de resultados de la encuesta en línea *El espacio urbano-arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19* como parte de la investigación *El espacio urbano arquitectónico y habitabilidad durante el distanciamiento social en la contingencia por COVID-19 y su evolución*. Observatorio Urbano y de Arquitectura Sustentable (OURBE) Facultad de Arquitectura Poza Rica, Universidad Veracruzana, México. Enlace https://www.uv.mx/pozarica/ourbe/files/2020/11/Resultados_Encuesta-COVID-19-1.pdf

Grenita Hall, Deepika R. Laddu, Shane A. Phillips, Carl J. Lavie, Ross Arena, A tale of two pandemics: How will COVID-19 and global trends in physical inactivity and sedentary behavior affect one another?, *Progress in Cardiovascular Diseases*, 2020. ISSN 0033-0620, <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2020.04.005>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033062020300773>)

Michel, Bladimir G. (2005) La historia de la ciudad... es la de sus espacios públicos. *Arquitectura y Urbanismo*, vol XXVI, núm. 1, pp. 7-15. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Ciudad de La Habana, Cuba. Recuperado el 25 de septiembre de 2020 <https://www.redalyc.org/pdf/3768/376839847002.pdf>

ONU-HABITAT. (2020). *Espacio Público y COVID-19*. Recuperado el 25 de septiembre de 2020. https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/06/spanishfinal_public_space_key_messages_covid19.pdf

Notas Biográficas

La **Dra. Blanca Inés Aguilar Frías** esta autora es profesora y Técnico Académico de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Veracruzana, en Poza Rica, Veracruz, México. Es M. en C. en Planificación Urbana por el Instituto Politécnico Nacional, en Ciudad de México, consejera del Consejo Consultivo de la Zona Metropolitana de Poza Rica en el periodo 2020-2022, coordinadora del COPLADEMUN en municipio de Poza Rica durante el periodo 2023-2025, responsable de OURBE desde 2018 a fecha actual.

El **Dr. Jesús Martínez Bocardí** es docente PTC de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Veracruzana, en Poza Rica, Veracruz, México. Con posgrado en Planificación Urbana en el Instituto Politécnico Nacional, en Ciudad de México y miembro del Colegio de Urbanistas Planificadores de Veracruz. Ha publicado desde 2011 en Academia Journals y en la revista Notas editada por INEGI.

El **Dr. Héctor Rivera Torres** es responsable del Cuerpo Académico UV-CA-346 Arquitectura y Urbanismo de la Facultad de Arquitectura Poza Rica de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México. Terminó sus estudios de posgrado en Construcción en la Universidad Veracruzana, en la Ciudad de Poza Rica, Veracruz. Director de la Facultad de Arquitectura en el periodo 2016-2020 y presidente del Colegio de Arquitectos, Delegación Poza Rica en el periodo 2018-2020.

La c- **Miriam Guzmán Hernández** es alumna del Programa de Arquitectura, prestadora de servicio social y ayudante de investigador en el Observatorio Urbano y de Arquitectura Sustentable en la Facultad de Arquitectura Poza Rica de la Universidad Veracruzana, México.

Artesanías de Palma y su Relación con la Preservación Cultural de San Juan Calmecca

Lic. Elizabeth Aguilar Neri.¹, Dr. Ramón Sebastián Acle Mena²

Resumen— La presente investigación pretende conocer la relación entre artesanías de palma y preservación cultural en San Juan Calmecca, ya que, en dicha comunidad se elaboran artesanías que son una fuente de ingresos principal o adicional para las familias que habitan ahí, por tal razón se conocerá dicha relación, a través del contraste de las encuestas con el marco teórico la metodología de tipo cualitativa, descriptiva, documental y transversal utilizando encuestas y entrevistas mediante un instrumento de cuestionario con ocho preguntas dicotómicas, para que los resultados obtenidos en el marco teórico se interpreten porcentualmente y así mostrar si el objetivo cumple con lo estipulado, además el lograr que exista información documental que les sirva a futuras investigaciones interesadas a estos temas, ya que, actualmente las artesanías están en riesgo porque pueden ser sustituidas por productos industrializados debido al surgimiento de empresas industriales, otro aspecto es que se van perdiendo esas técnicas tradicionales por eso resulta importante realizar este tipo de investigación para que las futuras generaciones se interesen por conocer temas identifican la cultura de la comunidad. Por último los resultados confirman que el objetivo se logró al determinar que si existe la relación de las artesanías de palma con la preservación cultural de San Juan Calmecca, ya que, de acuerdo con los resultados obtenidos de las encuestas y en contraste con el marco teórico existen aseveraciones entre ellas.

Palabras clave— Artesanías de palma, Preservación cultural, San Juan Calmecca

Introducción

La presente investigación tiene un enfoque con los temas: artesanías de palma y preservación cultural dentro del contexto San Juan Calmecca, cuyo objetivo es determinar qué relación existe entre artesanías de palma y la preservación cultural. A continuación, se describen una serie de aspectos relevantes encontrados en la literatura revisada.

Artesanías de Palma— Hoy en día las artesanías juegan un papel importante dentro de la cultura de una región. Por estas se entiende como todo aquel bien material o inmaterial que tiene relación con un proceso manual, es decir, se elabora a mano, en ocasiones se utilizan maquinarias simples mediante técnicas tradicionales que identifican la cultura de una región o país, siendo así un patrimonio que permite seguir creando objetos artesanales en diferentes formas, calidad y valor simbólico (FONART, 2015). En ellas se expresan sentimientos y cualidades, desempeñando el talento de cada artesano en el producto terminado, por el simple hecho de que es hecho a mano cuentan con un detalle mínimo que los diferencian unas con las otras. En la mayoría de productos artesanales se requiere de elementos naturales, en ocasiones estos se encuentran cerca del lugar donde se practica esta técnica, por lo cual se recomienda estar atentos a su administración para evitar hallazgos futuros, es decir, que por la mala administración, se termine el elemento indispensable para fabricar el producto (Rivas, 2018).

Las artesanías suelen fabricarse en pequeños talleres familiares, que han dado inicio a partir del surgimiento del concepto artesanía, donde se caracterizan por ser pequeños grupos de individuos que elaboran productos creativos e innovadores que son supervisados por un líder, que en ocasiones suele ser el jefe de familia, ya que, debe tener el conocimiento a lo que se está elaborando (Sol, 2020).

En México dichos talleres tienen una característica principal porque contribuyen en la actividad económica y desarrollo de la comunidad a la que pertenecen, debido a que la técnica artesanal es primordial para cada región a la que pertenecen (Correa, Gonzáles, & García, 2015), en ocasiones la organización o nivel de mando se da por el jefe o líder y sus colaboradores donde ejecutan las actividades de acuerdo a sus funciones establecidas (Hernández, Domínguez, & Ramos, 2002). Como anteriormente se menciona es fundamental resaltar que las artesanías juegan un papel primordial al identificar la cultura de un país, además de que suelen ser de nivel generacional, es decir las pasadas generaciones que tienen conocimiento artesanal deben fomentar en las actuales y futuras generaciones las técnicas o procedimientos que deben tomar en cuenta para aprender su elaboración.

Este país cuenta con 62 diferentes etnias donde algunas de ellas se dedican a elaborar artesanías, por tal razón se resalta que cuenta con una gran diversidad cultural, donde la mayoría de la materia prima se encuentra cercana a la ubicación de la comunidad donde se realiza, de esa manera se aprovechan los recursos naturales así como también son generadoras al ingreso económico (Secretaría de Bienestar, 2016).

¹ Lic. Elizabeth Aguilar Neri es Alumna de la Maestría en Gestión de las Pequeñas y Medianas Empresas en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. p22mgpme007@viep.com.mx

² Dr. Ramón Sebastián Acle Mena es Profesor investigador de tiempo completo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. raclemx@yahoo.com.mx

En México la actividad artesanal en su mayoría es ejecutada por adultos mayores, esto es algo preocupante, lo cual es considerable tomar medidas preventivas o correctivas para que los habitantes más jóvenes se interesen por esa práctica y así se logre preservar la tradición artesanal debido a que pueden hallarse amenazas que afecten el sector, por ejemplo recientemente con la aparición de pandemia por la Covid-19 existió el peligro de descender la técnica artesanal, pues hubo declives de personas (muertes) quienes en su mayoría los más afectados fueron los adultos mayores.

Existen varios institutos u organizaciones que apoyan la actividad artesanal, uno de ellos es el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES) que se dedica a promover a grupos artesanales a elaborar proyectos que los beneficie, así mismo pretende conservar las tradiciones que existen en las diferentes comunidades, entre estados que apoya por practicar actividades artesanales se encuentra Oaxaca, San Luis Potosí, Coahuila, Puebla, Guerrero y Michoacán (Instituto Nacional de la Economía Social, 2017). Puebla es uno de los estados que se caracteriza por poseer una diversidad cultural en costumbres y tradiciones el gobierno de este estado apoya a los artesanos mediante la Secretaría de Cultura y Turismo (SECTUR) pues se llevan a cabo distintas ferias artesanales donde participan los poblanos a presentar cualquier tipo de artesanías, entre algunas de ellas están las creaciones de talavera, barro, palma, papel amate, popotillo, madera, ónix, mármol, piedra volcánica, acero, plata y vidrio, así como textiles de telar de cintura o de pedal (Secretaría de Cultura, 2017).

En conclusión se resalta que las artesanías son un elemento importante que identifican o simbolizan la cultura de una región, estado o país. En ellas se expresan sentimientos, cualidades e innovación por parte de los artesanos que los hacen ser productos únicos, además de que México se caracteriza por poseer diferentes técnicas artesanales que son valiosas y apoyadas por varios institutos.

Preservación cultural— La mejor manera de una buena preservación cultural, es no olvidar cada una de las tradiciones, costumbres y actividades artesanales entre otras, que identifican al lugar donde pertenecen, siendo estas recordadas, conmemoradas o hereditarias hacia las futuras generaciones, pues la preservación es proteger, resguardar o conservar cada uno de los bienes culturales, es decir desde las costumbres y tradiciones o todo aquel bien material o inmaterial con prácticas individuales o colectivas que identifican o que son parte simbólica de un país. De tal manera que se logre prolongar la existencia de todos los bienes que forman parte de una cultura para que las futuras generaciones conozcan dicha actividad, en otras palabras se entiende como un conjunto de pasos o actividades a realizar para prolongar la vida de un bien cultural convirtiéndolo en algo único y así conservar su valor a la posición atractiva turística.

Una de las características de la preservación cultural es tomar medidas preventivas a cerca del deterioro a los inmuebles, una variable es que advierte a intervenciones de conservación o restauración que tiene como finalidad retardar las alteraciones y busca mantener en buenas condiciones los elementos culturales (Ramírez & Pérez, 2019).

Otro enfoque a la preservación es resguardar cada uno de los recuerdos memorables culturales para transmitirlos a los descendientes, siendo estos un conjunto de actividades que permitan conservar para destinar a los objetos a que perduren el mayor tiempo posible en su estado original.

México es uno de los países que cuenta con gran diversidad cultural y puede ser considerado uno de los grandes preservadores culturales gracias al patrimonio que ejerce, por lo que para que se preserve algo se debe hacer único o propio, es decir, los recursos materiales e inmateriales que logran identificar a una sociedad, región, comunidad, estado o país que cumplen con la característica de ser simbólicos deben conseguir una protección específica (Oehmichen & Maza, 2019).

Por otra parte una de las funciones para preservar algo cultural se deben exigir derechos de monumentos o costumbres tradicionales para la conservación o manifestación de necesidades, ya que, la única solicitud la pueden realizar los ciudadanos de una sociedad, por tal razón es importante reconocer que la gestión y protección de un patrimonio están a cargo de las administraciones competentes en materia de cultura, consejerías y ministerios dependientes del estado o país en el que se encuentren (Querol, 2022). Una de las ventajas importantes que caracterizan la preservación de la cultura es que las futuras generaciones tienen conocimiento sobre dichas actividades independientemente de que las pueden ser únicas sin embargo puede llegar a existir contradicciones entre los usos que se designan las actividades culturales como las obras, monumentos y todos aquellos bienes culturales en cuanto a la localización, los traslados, las ventas bien reenumeradas, la reelaboración de elementos simbólicos, los cambios de identidad etc., mostrando así las discrepancias entre las manos públicas y privadas, debido a lo anterior es recomendable que se catalogue como un patrimonio cultural ya que se encarga de que estas causas no se vean presentes pues su objetivo es proteger todo aquel bien material o inmaterial que forman parte de la cultura que identifica a cada región, estado o país cabe mencionar que en mínimas ocasiones por uso de poder se pueden presentar una de las antes mencionadas (Velasco, 2012).

Por último, México es uno de los países más numerosos con patrimonio cultural a nivel mundial se encuentra posicionado en el lugar número seis, mientras que en Latinoamérica obtuvo el primer lugar según la UNESCO. El que un bien material o inmaterial que forme parte de la cultura logre ser un patrimonio, es algo a favor, porque es un factor necesario para la identificación de cada región hasta llegar hacer de la nación, debido a que manifiestan relevancia y significado, por tal razón es una responsabilidad que cada estado que conforma un país origine la elaboración de políticas de conservación, investigación y difusión del patrimonio cultural. Así como el reconocer o fomentar el conocimiento a cada una de las actividades culturales a generaciones actuales para que a futuro se conserven y puedan presentarlas a las generaciones futuras y con esto la sociedad se interese aún más por este factor (Villaseñor & Zolla, 2012). De acuerdo a lo antes mencionado se puede notar que el patrimonio cultural es de suma importancia para poder preservar cada una de las actividades culturales que se desarrollan en un país.

San Juan Calmecca— Es una población ubicada en el suroeste del estado de Puebla, perteneciente a una de las comunidades que integra el municipio de Tepexco. Fue contemplado como un asentamiento humano en el dominio *Mexica*, cuenta con registros parroquiales antiguos. En el año 1647 se denomina a Calmecca con el nombre de Calmecatitlan que según especialistas antiguos el nombre es de origen náhuatl, eso quiere decir que Calmecatitlan o Calmecatitla significa "El linaje de las casas". Uno de los monumentos religiosos más importantes que caracterizan a la comunidad es la iglesia que pertenece a la orden de los Agustinos, que está dedicada especialmente a San Juan Apóstol y Evangelista patrón de la comunidad, debido a la fe que tienen cada uno de los habitantes se realizan celebraciones a dicha imagen de las cuales se dividen en 3 fechas; en el mes de mayo, agosto y la más importante o grande se celebra el día 27 de diciembre. Se denomina una fiesta patronal porque varias comunidades vecinas asisten en peregrinación para visitar a la santa imagen cabe mencionar que independientemente de esta tradición conmemorativa existen celebraciones a lo largo de todo el año con mayordomías dedicadas a las diferentes imágenes religiosas que localizan en el templo, dichas celebraciones tienen como tradición los novenarios, las ceremonias religiosas, bandas de música, variedad en gastronomía y pirotécnicas que esos son los elementos más esenciales para dichas actividades, el novenario se caracteriza por realizar rosarios tres veces al día durante ocho días antes de la fiesta. La ceremonia religiosa son las misas que se realizan el día de la fiesta patronal cabe mencionar que para la misa de diciembre debe ser celebrada con 3 sacerdotes. Las bandas de música son agrupaciones musicales de viento con variedad de piezas musicales para mayordomías, en ocasiones fúnebres, festividades sociales, etc. En la parte gastronómica se incluyen tamales de ceniza, frijol o de milpa, mole verde (pipián), mole rojo, dulces típicos de feria y otra variedad de alimentos que se obtienen de plantas o vegetación de temporal que se produce en los alrededores de la región. En cuanto a pirotecnia se realiza una quema de juegos artificiales (castillos) en su mayoría está a cargo de personas originarias de la comunidad, así como la quema de toros el día de la festividad (Guerra, 2021).

Calmecca se encuentra localizada en una altura de 1323 metros, con una latitud de 18°38'09.653"N, longitud de 98°38'04.423"W y altitud de 1340. Se caracteriza por poseer un fuerte contenido montañoso, como coloquialmente se dice "cerros" en los alrededores de la comunidad. Inicia desde parte baja del Popocatepetl hasta las alturas más importantes, se cuenta con un pequeño arroyo que nace en la zona más baja, la cual es muy útil para los habitantes porque de ahí mismo se encuentran los pozos de agua, es decir, "Pilas". El agua se mantiene ahí porque cuenta con la unión del río grande, el clima que existe en la localidad es el cálido subhúmedo, ya que, hay temporadas secas y de lluvias, por lo que cuenta con un tipo de vegetación variada, además de que tiene numerosa cantidad de especies y plantas. Unas de las principales son; el maíz, cacahuate, jamaica, camote, calabaza, tomate y plantas comestibles que se dan en la temporadas de lluvias, que son alimenticias para el hombre, es importante resaltar que hay cantidad de frutas de temporada que se encuentran dentro de la región (Guerra, 2021).

Según el censo de INEGI en el año 2020, Calmecca cuenta con 5519 habitantes, de los cuales 2702 son hombres y 2817 mujeres, la edad de 0 a 14 años es la más alta con 1781 habitantes, por segunda se encuentra la de 15 a 29 años con 1620, posteriormente de 30 a 59 años cuenta con 1511 habitantes, para finalizar la edad con menores habitantes en la de 60 años en adelante con 607, a manera de análisis se considera que este dato es visto a nivel nacional o quizás hasta mundial, debido a que la edad más alta está en el nivel de niños y adolescentes, ya que, comúnmente las personas no suelen tener un ciclo de vida largo, debido a que por distintas razones no lo logran, una de las causas más importantes es la aparición de nuevas enfermedades que a comparación de las generaciones anteriores no eran un factor para la sociedad. En el aspecto de educación el grado de promedio general de escolaridad es del 6.31 y la comunidad cuenta con las siguientes escuelas: 2 preescolares, 3 primarias, 2 secundarias y un bachillerato, es razonable diferenciar lo actual con lo antiguo, pues el nivel de educación era escaso es decir, los habitantes no asistían a la escuela porque no contaban con la economía suficiente para asistir así como los espacios para realizar dicha actividad, es muy grato conocer el nivel de educación y contar con los apoyos educativos proporcionados por el presidente nacional, estatal o municipal por lo que cada día las nuevas generaciones van incrementando su nivel de educación,

actualmente es notorio que en la comunidad hay existencia de profesionistas y de más jóvenes interesados a cursar la universidad. A diferencia con viviendas antiguas, en la actualidad las construcciones son modernas, esto se visualiza en sus materiales para su elaboración, es decir, ya no son de techo de zacate o teja con paredes de varas o adobe, más bien son construidas con paredes de tabique o block y el techo es colado de mezcla, según los datos de INEGI Calmecca cuenta con un total de viviendas de 1617, las cuales son viviendas particulares, del total de viviendas particulares 1250 son habitadas y 367 no habitadas. (INEGI, 2020).

Otras de las características que tiene la comunidad es que ejecuta actividades del campo como la siembra y ganadería, en cuanto a la siembra la mayoría de los habitantes la practican en el temporal de lluvias con la siembra de maíz, cacahuete, frijol, sorgo y jamaica para posteriormente al salir la producción deciden venderla a mayoristas, es decir, en una sola venta o algunos optan por venderla a su tiempo y por cantidades minoristas en otras palabras lo comercializan individualmente en los alrededores de la comunidad. En cuanto a la ganadería algunos habitantes se dedican a la cría de cerdos, vacas o toros, chivos y gallinas para venderlos cuando estos ya estén en la etapa de madurez, independientemente del uso que estos puedan tener.

Una de las características más importantes que destaca la comunidad es en cuanto a la elaboración de productos de palma, ya que, la materia prima en su caso la palma se encuentra en los alrededores de la comunidad y practican esta actividad porque es una técnica artesanal que se viene adoptando de generación en generación y que de una u otra manera son heredados a las nuevas generaciones, entre los productos artesanales más resaltantes se encuentran los tanates, petates, aventadores, canastas y juguetes como lo son los chivos y muñecas (INEGI, 2019).

Descripción del Método

En cuanto al diseño de metodología de investigación, se puede apreciar a través de la siguiente tabla no. 1 “Resumen de la metodología”.

Tabla no.1 “Resumen de la metodología”.

Investigación	Cualitativa, documental, descriptiva y transversal.
Métodos	Deductivo y analítico
Técnica de investigación	Observación, encuesta y entrevista directa cara a cara.
Instrumento de medición	Uso de cuestionario con ocho preguntas dicotómicas de opción múltiple
Unidad de análisis	Talleres artesanales de la fabricación de artesanías de palma en San Juan Calmecca
La estrategia de aplicación	¿A quién?: A los dueños o personas que representen a los talleres artesanales ¿Dónde?: En los domicilios seleccionados de los talleres de elaboración de artesanías de palma en San Juan Calmecca ¿Cuándo?: En el periodo de Noviembre 2022
Población objetivo	Talleres artesanales familiares
Muestreo	Se utilizará la técnica de Bola de nieve para encuestar a 30 talleres artesanales
Pruebas y técnicas utilizadas en el análisis de los datos	Se utilizaron pruebas estadísticas
Programa estadístico utilizado	Excel

Fuente: Elaboración propia en base al diseño de la metodología

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Los resultados obtenidos de la encuesta a 30 talleres artesanales reportan lo siguiente:

- ¿La artesanía de palma es representativa de la cultura de San Juan Calmecca?
El 78% dice que si son representativas en la comunidad mientras que el 22% dice que no son representativas.
- ¿Considera que las artesanías de palma son elaboradas a mano mediante técnicas tradicionales que se han heredado por generaciones?
Un 69% de los encuestados afirma que las artesanías son elaboradas mediante técnicas tradicionales heredadas, sin embargo el 31% no concuerdan con esto.
- ¿El material con que se hacen las artesanías de palma es originario de San Juan Calmecca?
El 87% de encuestados coinciden que las artesanías de palma si son originarias de la comunidad de San Juan Calmecca mientras el 13% dice que no son originarias de ese lugar.

4. ¿Las artesanías de palma son fabricadas en pequeños talleres familiares?
Un 72% afirma que las artesanías son fabricadas en pequeños talleres familiares aunque el 28% no está de acuerdo con eso.
5. ¿Considera que las artesanías de palma le contribuyen económicamente a su familia?
Los encuestados coinciden que las artesanías si contribuyen económicamente a su familia con un 72% pero el 28% dice que no hay contribución económica para su familia.
6. ¿Considera que las artesanías en México son reconocidas por su arte?
El 66% concuerda que las artesanías de México si son reconocidas por su arte mientras el 34% dice lo contrario.
7. ¿Considera que las artesanías de palma preservan y resguardan la cultura a las futuras generaciones?
Un 84% de los encuestados concuerda que las artesanías de palma si preservan y resguardan la cultura de las futuras generaciones, sin embargo un 16% dice que no lo hacen.
8. ¿Considera que las artesanías de palma reflejan el talento de sus artesanos?
El 87% de los encuestados afirman que en las artesanías de palma si se ve reflejo el talento que posee cada artesano aunque el 13% dice lo contrario, es decir que no se ve reflejado el talento.

Conclusiones

Se confirma que el objetivo se logró al determinar que si existe la relación de las artesanías de palma con la preservación cultural de San Juan Calmecca, ya que, de acuerdo con los resultados obtenidos de las encuestas y en contraste con el marco teórico, se asevera en los siguientes puntos:

- Las artesanías juegan un papel importante dentro de la cultura de una región, ya que, se elaboran a mano pero en ocasiones se utilizan maquinarias simples mediante técnicas tradicionales (FONART, 2015).
- En las artesanías se expresan sentimientos y cualidades, desempeñando el talento de cada artesano en el producto terminado, por el simple hecho de que es hecho a mano cuentan con un detalle mínimo que los diferencian unas con las otras (Rivas, 2018).
- Las artesanías suelen fabricarse en pequeños talleres familiares (Sol, 2020).
- Los talleres tienen una característica principal porque contribuyen en la actividad económica y desarrollo de la comunidad a la que pertenecen, debido a que la técnica artesanal es primordial (Correa, González, & García, 2015).
- La mayoría de la materia prima se encuentra cercana a la ubicación de la comunidad donde se realiza, de esa manera se aprovechan los recursos naturales así como también son generadoras al ingreso económico (Secretaría de Bienestar, 2016).
- México es uno de los países que cuenta con gran diversidad cultural y puede ser considerado uno de los grandes preservadores culturales gracias al patrimonio que ejerce, por lo que para que se preserve algo se debe hacer único o propio, es decir, los recursos materiales e inmateriales que logran identificar a una sociedad, región, comunidad, estado o país que cumplen con la característica de ser simbólicos deben conseguir una protección específica (Oehmichen & Maza, 2019).
- Una ventaja importantes de las artesanías es que caracterizan la preservación de la cultura es que las futuras generaciones (Velasco, 2012).
- Una de las características más importantes que destaca la comunidad es en cuanto a la elaboración de productos de palma, ya que, la materia prima en su caso la palma, se encuentra en los alrededores de la comunidad y practican esta actividad porque es una técnica artesanal que se viene adoptando de generación en generación y que de una u otra manera son heredados (INEGI, 2019).

Recomendaciones

Para los investigadores interesados de futuras investigaciones se recomienda partir del tema central, contemplando que existe un amplio campo de investigación donde se pueda profundizar otro tipo de artesanías y regiones.

Referencias

- Correa, L., González, R., & García, B. (2015). *ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA FAMILIAR EN LOS TALLERES ARTESANALES DE MÉXICO*.
Obtenido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2500964
- FONART. (2015). *Manual de diferenciación entre artesanía y manualidad*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/107963/Manual_diferenciacion_artesania_manualidad_2015.pdf
- Guerra, F. (28 de 01 de 2021). *El lienzo de cuetzpala*. Obtenido de <https://calmecca-pue.blogspot.com/>

- Guerra, F. (2017 de 01 de 2021). *Generalidades sobre San Juan Calmecca, Tepexco, Puebla*. Obtenido de <https://calmecca-pue.blogspot.com/>
- Hernández, J., Domínguez, M., & Ramos, A. (25 de 09-12 de 2002). CANALES DE DISTRIBUCIÓN Y COMPETITIVIDAD EN ARTESANÍAS. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, IX*. Recuperado el 03 de 09 de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13802505>
- INEGI. (2019). *Datos económicos*. Obtenido de Tepexco: <http://>
- INEGI. (2020). *México en cifras (localidades)*. Obtenido de Censo de Población y Vivienda: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=211680002>
- Instituto Nacional de la Economía Social. (23 de 10 de 2017). *Gobierno de México*. Obtenido de Artesanías, orgullo de México: <https://www.gob.mx/inaes/articulos/artesantias-orgullo-de-mexico?idiom=es>
- Oehmichen, C., & Maza, F. (01-04 de 2019). *Turismo, pueblos indígenas y patrimonio cultural en México y Chile*. Obtenido de http://www.pasosonline.org/Publicados/17119/PS119_04.pdf
- Querol. (2022). *Manual de Gestión del Patrimonio Cultural*. AKAL. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=o_IUjEdHAYMC&oi=fnd&pg=PA15&dq=patrimonio+cultural&ots=K7EyuvZnFR&sig=8astjzwC_jfXZt6604UxCHixTAo#v=onepage&q=patrimonio%20cultural&f=false
- Ramírez, N., & Pérez, M. (2019). *La Preservación de la Cultura Mexicana a Través de la identidad*. Obtenido de <http://www.repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/3727/1/La%20Preservaci%C3%B3n%20de%20la%20Cultura%20Mexicana%20a%20Trav%C3%A9s%20de%20la%20Identidad.pdf>
- Rivas, R. (04 de 06 de 2018). *La artesanía: patrimonio e identidad cultural*. Obtenido de <https://www.camjol.info/index.php/KOOT/article/view/5908>
- Secretaría de Bienestar. (10 de 09 de 2016). *La artesanía mexicana como generador de empleo*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/bienestar/es/articulos/la-artesania-mexicana-como-generador-de-empleo>
- Secretaría de Cultura. (07 de 07 de 2017). *Gobierno de México*. Obtenido de Inaugurarán la exposición Magia artesanal de Puebla en el Museo Nacional de Culturas Populares: <https://www.gob.mx/cultura/prensa/inauguraran-la-exposicion-magia-artesanal-de-puebla-en-el-museo-nacional-de-culturas-populares>
- Sol, M. (2020). *Un taller de papel artesanal en los Altos de Chiapas*. Obtenido de la palabra y el hombre, verano: <https://lapalabrayelhombre.uv.mx/index.php/palabrahombre/article/view/3137/5012>
- Tepexco. (27 de 08 de 2022). *La fuerza del progreso TEPEXCO Gobierno municipal 2018-2021*. Obtenido de <https://www.tepexco.gob.mx/tu-municipio/gobierno>
- Velasco. (2012). Obtenido de <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:500383-Articulos-5575/Documento.pdf>
- Velasco, M. (2009). *Cuadernos de turismo*, 237-253. Obtenido de <https://revistas.um.es/turismo/article/view/70121/67591>
- Villaseñor, I., & Zolla, E. (2012). Del patrimonio cultural inmaterial o la patrimonialización de la cultura. *Cultura y representaciones sociales*. Recuperado el 05 de 09 de 2022, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-81102012000100003&script=sci_arttext

El Documental como Estrategia Vinculante de los Estudiantes Normalistas Frente a su Realidad

Ixchel Aguilar Rangel¹

Resumen—En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en una Escuela Normal.

El propósito de este trabajo fue analizar el impacto del documental en el desarrollo de competencias investigativas.

Esta propuesta surge a partir de la situación de incertidumbre y saturación de información que vivimos, la cual hace necesario que la escuela abra los ojos ante esta realidad latente y que a partir de ella se generen posibilidades para construir propuestas vinculantes que posibiliten a los estudiantes el poner en marcha procesos creativos, investigativos y de metodologías participativas.

Por tanto, el propósito de este trabajo es mirar la propuesta pedagógica de la construcción de un documental como una posibilidad de situar las reflexiones de los estudiantes de primer semestre para potencializar un aprendizaje autogestivo.

Para ello, se eligió la investigación-acción, pues se busca hacer un proceso reflexivo de la práctica docente.

Palabras clave—. Documental, Mediación pedagógica, Aprendizaje Autogestivo, Escuela Normal, Competencias investigativas.

Introducción

En este trabajo se presenta el diseño de un documental como una estrategia educativa que favorece el desarrollo de competencias investigativas a través del aprendizaje basado en proyectos. El diseño de la propuesta parte de la mediación pedagógica que reconoce la prioridad de potenciar también el aprendizaje autogestivo a través de la reflexión de experiencias situadas.

La importancia de construir reflexiones situadas va vinculada al reconocimiento de problematizar las realidades de los estudiantes a fin de lograr un acercamiento entre la docencia y la investigación. La propuesta es trabajar de manera transversal, en la materia “Acercamiento a prácticas educativas y comunitarias”, conocimientos, habilidades y actitudes que enfatizan en diferentes dimensiones propias de la actividad investigativa. Es decir, empezar a desarrollar en los estudiantes competencias investigativas.

Descripción del Método

Los docentes constituyen uno de los elementos más importantes del proceso educativo. Por ello, su calidad profesional, desempeño laboral y compromiso con los resultados son algunas de las preocupaciones centrales del debate en esta materia, las cuales se orientan a la exploración de los factores que inciden o en su defecto limitan que la educación responda a las demandas de la sociedad actual, en armonía con las expectativas de las comunidades, las familias y los estudiantes.

El desempeño docente, al mismo tiempo, depende de múltiples factores, uno de los más importantes es la formación inicial y permanente como un componente de calidad de primer orden del sistema educativo. Sin embargo, como lo menciona la Unesco (2006), las reformas educativas que se han implementado al respecto:

O no han logrado sostenerse en el tiempo, o no siempre han sido capaces de convertirse en sistemas innovadores para la formación de los profesionales. De hecho, a pesar de esos intentos de cambio, la práctica de la formación ha continuado atrapada en modelos tradicionales de enseñanza y aprendizaje (pp. 11-12).

Esto se refleja en algunos centros de formación docente en los que se sigue reproduciendo la cultura escolar tradicional, similar a la que se recibió en la educación básica, por tanto, los estudiantes normalistas, futuros educadores, se mueven en un círculo vicioso, pues a su egreso de la Escuela Normal repetirán los mismos patrones.

Lo cual indica que “la actual formación inicial, en general, refleja los mismos problemas de la educación tradicional, refuerza el rol pasivo de los docentes y contribuye a sostener los sistemas educativos jerárquicos y cerrados” (Robalino, 2005, p. 3), a pesar de que el mundo está en constante cambio en esta era de la sociedad de la información y conocimiento.

En este sentido, las nuevas generaciones que conforman los salones de clase reclaman la urgencia de dar un salto en la formación de pedagogos, un salto que sea no solo cuantitativo, sino fundamentalmente cualitativo. Un cambio que logre superar la estrategia utilizada hasta ahora de “más de lo mismo, pero mejor, para entrar en el terreno de la reformulación estructural de las características de la formación de docentes”. (Unesco, 2006, p. 12).

¹ Ixchel Aguilar Rangel es profesora en la Escuela Normal Superior de Querétaro. ixchelaguilar1@gmail.com

Ante este panorama y con la premisa de que la tecnología y la ciencia avanzan diariamente, ya no existen verdades absolutas, dado que los estudiantes tienen toda la información en la palma de su mano; de manera que resulta inconcebible continuar repitiendo patrones y estilos de enseñanza-aprendizaje. Por ello, el docente no se debe limitar al aprendizaje de contenidos programáticos, sin contextualizar, lo que hace indispensable, que los nuevos perfiles sean partícipes de “teorías respetando el vientre cultural de donde provienen y hacer énfasis en que estas no se dan en un contexto neutral y aséptico” (Campos, 2003, p. 42).

De modo que, al docente le toca intervenir en un medio escolar complejo, en escenarios cambiantes, definidos por la interacción simultánea de múltiples factores sociales, económicos, culturales y políticos. El éxito consiste entonces en la habilidad para manejar la complejidad y resolver problemas prácticos, que más que problemas son situaciones problemáticas. Esto supone un proceso de reflexión sobre la situación que permitirá crear nuevas realidades, corregir e inventar, “se trata de actuar de forma inteligente y creativa o de poner en acción las ideas que él considere pertinentes después de su reflexión ante los conflictos”(González, Zerpa, Gutiérrez, y Pirela, 2007, p. 282)

Aunado a ello, una las funciones sustantivas de la Educación Superior, incluyendo a las Escuelas Normales, es capacitar al alumnado para producir conocimientos, aplicar habilidades y seguir aprendiendo a lo largo de su carrera profesional y de su vida.

Partiendo de este panorama, se reconoce a la mediación pedagógica como una propuesta que posibilita a los alumnos ser los gestores de su aprendizaje. De acuerdo con Gutiérrez y Prieto (1999) esta metodología parte de una concepción radicalmente opuesta a los sistemas instruccionales, basados en la primacía de la enseñanza como mero trasfondo de información.

La importancia de recuperar estas formas de trabajo que privilegian el autoaprendizaje se hace evidente sobre todo en momentos como en los que vivimos a partir de la contingencia sanitaria, la cual nos obligó a plantear nuevas estrategias en los procesos educativos al obligarnos al confinamiento social. La respuesta que se abrió para esta realidad a distancia fue el uso de la tecnología para aprovechar las posibilidades que tiene la virtualidad, a fin de poder interactuar con los estudiantes y tener acceso a la información, sin embargo, se requería de una propuesta pedagógica como vínculo ya que el acceso a la tecnología no aseguró la educación.

En el caso de la educación presencial, es el docente quien debe actuar como mediador pedagógico entre la información a ofrecer y el aprendizaje por parte de los estudiantes. En este sentido, uno de los problemas más graves de acuerdo con Gutiérrez y Prieto (1999) es la presencia de un discurso educativo no mediado pedagógicamente, tanto en la relación presencial como en los materiales utilizados, ya que continuamente se regresa a los métodos magiocentristas.

En esa lucha en la que nos encontrábamos tratando de conciliar los contenidos y la práctica a fin de transitar a métodos más alternativos, se pasó de un día para otro, sin previo aviso, de la presencialidad a la distancia, y surgió otro problema al no tener claro cómo modificar el tratamiento de la información puesto que en un sistema a distancia los materiales son los que permiten al estudiante encontrar y concretar el sentido del proceso educativo. La interrogante entonces giraba entorno a ¿cómo hacer posible el acto educativo, dentro del horizonte de una educación concebida como participación, creatividad, expresividad y relacionalidad?

Con el regreso a la presencialidad esta misma pregunta seguía vigente por lo que se retomaron los principios de la mediación pedagógica y la investigación con base en los cuales se generó la propuesta de utilizar el documental, como una posibilidad de situar las reflexiones y vivencias de los estudiantes de primer semestre de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje del Español, de una Escuela Normal con la intención de ir trabajando la indagación a partir de la recuperación de experiencias en su contexto real.

Se eligió el documental ya que es un espacio cinematográfico que se vincula con la toma de consciencia de diferentes aspectos de la realidad. Es conocido como un género flexible, teniendo en cuenta su estructura, la secuencia de imágenes que se acompañan de sonidos y la inmensa relación que tiene con su propia narrativa, esto para mostrar un hecho real según el punto de vista del autor.

En continuidad con esta mirada, Nichols (1997, p.10) sostiene que el filme documental es atractivo: “Vemos imágenes del mundo y lo que éstas ponen ante nosotros son cuestiones sociales y valores culturales, problemas actuales y sus posibles soluciones, situaciones y modos específicos de representarlas”. El nexo entre el documental y el mundo histórico es el rasgo más característico de esta tradición.

En cuanto a su relación con la investigación, el documental se apoya de la revisión de varias fuentes como el internet, periódicos, artículos, archivos, libros y entrevistas con el fin de entregar una realidad objetiva omitiendo supuestos y hechos ficticios. En esa vía, está presente la función del lenguaje referencial expuesto por Jakobson (1984) el cual busca informar o transmitir un mensaje utilizando un léxico claro, apropiado y sencillo, exento de frases recargadas dado que se integran opiniones de diversa índole sin tener en cuenta la mirada del documentalista quien a su vez, trata de mostrar el amplio espectro de visiones que se tiene de esa realidad, otorgando al público la facultad de extraer sus propias conclusiones.

Para lograr este objetivo, el documentalista, debe tomar todas las grabaciones necesarias que lo lleven a captar de una forma completa, la realidad que espera exponer. Así, los entrevistados o personas clave funcionan como personajes dentro del relato. Es por ello, que se eligió el documental como estrategia vinculante pues se busca que, a partir de una serie de entrevistas en conjunto con una indagación documental los estudiantes reflexionen y den cuenta sobre la realidad educativa que enfrentan los docentes y alumnos en su día a día en las escuelas secundarias.

De acuerdo con Breu (2010) el documental puede ser incluido en el marco del currículo, como un recurso educativo que amplía la perspectiva de la realidad, promueve la participación y mejora la atención de los educandos frente a los saberes que circulan en el aula y fuera de ella.

Esto se logra a través de la narrativa y los elementos fotográficos, expuestos en hechos de la vida real que promueven la construcción del conocimiento por la veracidad de la información y la posibilidad de crear ambientes de diálogo y reflexión. Con ello, se establece un grado de responsabilidad por parte de educadores, que implica repensar el saber y las herramientas para adoptar nuevas maneras de establecer vínculos sociales, que ayuden a mediar las dificultades en el camino de la enseñanza y de la vida hacia la resolución de problemas a través de la indagación. Pero sobre todo a la construcción de conocimiento cooperativo.

Lo anterior va muy ligado con los propósitos del curso “Acercamiento a prácticas educativas y comunitarias”, correspondiente al primer semestre en el cual se implementó este proyecto. Esto exigió que cada estudiante normalista desarrollara las habilidades de observar y analizar cómo la vida en comunidad, las relaciones sociales, los contrastes culturales y económicos influyen y determinan el lugar del estudiantado en la escuela. También se buscaba que el estudiante normalista sistematizara la observación y las entrevistas, a fin de desarrollar las competencias investigativas como estrategia de reflexión sobre la práctica.

A partir de la contextualización anterior se propuso trabajar, de manera transversal, conocimientos, habilidades y actitudes a fin de fomentar el aprendizaje situado y la investigación. Para ello se planteó la siguiente interrogante:

¿Cómo contribuye el documental, como estrategia didáctica, en la construcción de competencias investigativas de los docentes en formación de la especialidad en español de primer semestre de una Escuela Normal?

Como objetivo de este estudio se busca:

Analizar el impacto del documental, como estrategia didáctica, en la construcción de competencias investigativas de los docentes en formación de la especialidad en español del primer semestre de una Escuela Normal.

El presente trabajo se llevará a cabo bajo la metodología de investigación-acción práctica. Se eligió esta debido a que su objetivo es mejorar y/o transformar la práctica pedagógica del docente, así como procurar una mejor comprensión de dicha praxis y las condiciones en las que se da (Elliott, 1993; Latorre, 2003; Kemmis, 2009).

Por su naturaleza, la investigación-acción implica la acción estratégica con la intención de resolver un problema o conjunto de ellos. Citado por Song y Kenton (2010), Hensen (1996) indica que para los docentes el proceso de la investigación-acción brinda la oportunidad de aplicar estrategias de enseñanza, reflexionar sobre su práctica pedagógica e investigar un fenómeno que ocurre dentro del aula de clases. Que es precisamente lo que se busca hacer, se pretende encontrar opciones que posibiliten situar el aprendizaje de los estudiantes y hacerlo autogestivo.

La importancia de la investigación-acción radica entonces en que permite reconstruir la práctica que desarrolla el docente en el aula y aprender de ello, lo cual es urgente y necesario, para no repetir patrones de enseñanza-aprendizaje y empezar a cambiar nuestros paradigmas educativos transformándolos a lo que las circunstancias actuales nos exigen.

Población y muestra

Para el presente estudio, la población estuvo conformada por 32 estudiantes de entre 17 y 25 años de edad, inscritos en una Escuela Normal, en el primer semestre de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje del Español.

La muestra para este trabajo estuvo constituida por los mismos 32 estudiantes, 20 mujeres y 12 hombres de entre 17 y 25 años de edad inscritos al primer semestre de esta licenciatura. El muestreo fue no probabilístico. Se tomó el grupo intacto de la especialidad, esto es, al total de estudiantes que cursaban el primer semestre en la especialidad en español.

Así pues, el único criterio que se debía cumplir para participar en la investigación era estar inscrito al primer semestre de esta especialidad. Por tal motivo, no hubo criterios de exclusión ni de eliminación, todos los estudiantes participaron.

Técnica de recolección de datos

Para llevar a cabo la recolección de datos, primero se aplicó un cuestionario diagnóstico con la intención de conocer la percepción que tenían los alumnos sobre la investigación. Posteriormente, se hizo la intervención mediante la estrategia ABP para la elaboración del documental. Al concluir ésta, se aplicó una encuesta para conocer la experiencia y opinión de los estudiantes con respecto a la estrategia implementada. Uno de los objetivos de aplicar

ambos instrumentos, antes y después de la intervención mediante el ABP, fue el poder contrastar las ideas que tenían los educandos sobre la investigación, antes de ponerla en práctica y si se había modificado al término de la experiencia. La evaluación del documental se llevó a cabo a través de una rúbrica.

Tanto en el diseño del instrumento de recolección de información como en la planeación del proyecto se tomaron en cuenta las habilidades genéricas, profesionales y el perfil de egreso de la licenciatura. La construcción de las rúbricas tenían la finalidad de contar con parámetros para evaluar el punto de partida, los avances y los resultados alcanzados, en concordancia con los indicadores de desempeño propuestos. Al final, se aplicaron autoevaluaciones y coevaluaciones del trabajo individual, de la cooperación y participación con el equipo.

La metodología ABP consiste en el desarrollo de un proyecto, que en este caso fue el documental. Para ello, los educandos buscaron soluciones a problemas reales a partir del planteamiento de preguntas, el debate de ideas, la recolección y el análisis de datos. En este ejercicio también se buscó que los estudiantes reflexionaran sobre su proceso de aprendizaje, plasmaran conclusiones, comunicaran sus ideas, crearan productos y compartieran sus avances con una audiencia real.

Sin embargo, para lograrlo, existieron un conjunto de etapas a seguir. La primera de ellas fue la presentación de un punto de partida para iniciar la investigación, se les expuso una serie de argumentos para que tuvieran más clara la temática. Una vez definido el tema (problema) se plantearon las preguntas guía, corazón del proyecto, que orientaron a los estudiantes en el desafío. El último paso que correspondía al docente fue presentar los requerimientos del proyecto, las etapas para desarrollarlo y el cómo serían evaluados.

Los productos que entregaron los alumnos consistieron en un video de las entrevistas realizadas a docentes y alumnos ubicados en distintos contextos, el guión del documental y, con los resultados de esta indagación, grabaron su video que intentó dar respuesta a la situación problema sustentada en el marco referencial al que se aproximaron.

Comentarios Finales

El trabajo realizado permite reflexionar, en correspondencia con lo que plantea Perinés y Murillo (2017), acerca del análisis crítico de los programas de formación docente. Los estudiantes normalistas opinaron que en su formación inicial revisan y realizan pocas investigaciones y lo hacen de manera superficial (Gitlin et al., 2019), lo que les parece contradictorio, si se está luchando por una preparación de calidad.

En el cuestionario diagnóstico los alumnos expresaron su deseo por desarrollar un mayor contacto con la investigación durante su formación y que les gustaría tener más oportunidades de participar en ella de manera activa. De acuerdo con MacDonald (2011), es necesario reconciliar los discursos divergentes de la investigación y de la práctica educativa ya que se requiere de una formación de calidad en temas y metodologías investigativas.

El proceso de investigación requiere del despliegue de un conjunto de habilidades complejas, puesto que, en correspondencia con el concepto de competencia, intervienen aspectos cognitivos, sociales y afectivos. Para la integración de las competencias investigativas que se pretendían desarrollar con esta estrategia, se tomó el planteamiento de Muñoz (2014), el cual incluye competencias para preguntar, observar, analizar y escribir. Es importante subrayar el término “desarrollar”, pues llegar al dominio se da de manera paulatina, sería imposible lograrlo en un semestre, pese a esto, a partir de diversas experiencias en proyectos de investigación, los educandos normalistas pueden ir escalando en su implementación.

Antes de explicar el cómo impactó, es fundamental recordar que el aprendizaje por proyectos se caracteriza porque los objetivos de aprendizaje planteados en éste se derivan de los aprendizajes esperados y habilidades del curso, esto es, no es algo extra o ajeno a la asignatura, sino que lo que cambia es la manera de impartir la clase.

Tradicionalmente, se iniciaba la sesión presentando la información, contenidos y conceptos de la materia los cuales se esperaba que, una vez adquiridos, fueran aplicados en un proyecto. En cambio, en el ABP lo primero que se hace es crear un contexto y una razón para aprender los conceptos clave, mientras se trabaja en el proyecto, en otras palabras, se inicia con una visión del producto final que se espera construir.

Bajo esta premisa, se comenzó con una búsqueda para dar respuesta a la pregunta guía sobre la cual giraba el proyecto, para ello, los estudiantes pusieron en juego el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y la comunicación. Más que memorizar información, en la elaboración de su trabajo utilizaron capacidades intelectuales de orden superior, escucharon a otros, tuvieron que exponer sus ideas con claridad, leyeron diversos tipos de materiales y se expresaron en diferentes formatos, por lo que a través de la construcción de un aprendizaje situado y autogestivo fueron trabajando las denominadas capacidades clave para el siglo XXI.

Al respecto, parte imprescindible de este proceso de aprendizaje fue que los alumnos tuvieron que formularse preguntas, buscar respuestas y conclusiones que les llevaran a construir primero una idea, luego una interpretación y, por último, un producto. En este procedimiento aprendieron a trabajar de forma independiente, aceptar la responsabilidad cuando se les pidió tomar decisiones sobre su trabajo y lo que estaban creando. Aunado a ello, mediante la autoevaluación y la coevaluación los estudiantes reflexionaron sobre lo que aprendieron y cómo lo

aprendieron. Al presentar su documental, los y las estudiantes aumentaron su motivación al ser conscientes de que tenían un público que le dio autenticidad a sus productos.

En este sentido, el 91 % de los estudiantes encuestados externaron que a través de la elaboración del documental, lograron fomentar un aprendizaje más autónomo y el 100 % dijo sentirse motivado para aprender durante la ejecución del documental.

Por consiguiente, se puede concluir que para fortalecer las competencias investigativas desde la formación académica es necesario crear ambientes de mediación pedagógica. A fin de que los estudiantes se vayan instruyendo bajo una cultura de la resolución de problemas y generación de proyectos desde una perspectiva de investigación, es decir, que adquieran una capacidad propositiva y creativa para la innovación y el cambio.

Al estar en contacto con su entorno así como con diversos contextos y problemas, los alumnos tiene la posibilidad de generar espacios en los que la academia podrá crear los ambientes requeridos para la potencialización de las características antes mencionadas, las cuales conlleven a la posibilidad de situar las reflexiones y potencializar un aprendizaje autogestivo.

El diseño de los documentales, apuntaron también hacia otra manera de representar el conocimiento escolar al centrarse en el aprendizaje de la interpretación de la realidad, orientado hacia el establecimiento de relaciones entre la vida de los alumnos, los profesores, el conocimiento de otras disciplinas y otros saberes que pudieron ir construyendo. Todo ello beneficia el desarrollo de estrategias de indagación, interpretación y presentación del proceso que se sigue al estudiar un tema o un problema que por su complejidad favorece el conocimiento de los educandos. Por lo cual se puede responder que esta estrategia sí aportó al desarrollo de competencias investigativas.

Referencias

- Aldana, G. (2012). La formación investigativa: su pertinencia en pregrado. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (35), 367-379.
- Amat, O. (2010). *Aprender a enseñar. Una visión práctica de la formación de formadores*. Barcelona: Bresca Editorial.
- Aular de Durán, J., Marciano, N., & Moronta, M. (2009). Competencias investigativas del docente de educación básica. *Laurus*, 15(30), 138-165.
- Benítez, A., & García, M. (2013). Un Primer Acercamiento al Docente frente a una Metodología Basada en Proyectos. *Formación universitaria*, 6(1), 21-28.
- Breu, R. (2010). El documental como estrategia educativa: De Flaherty a Michael Moore, diez propuestas de actividades. Barcelona, España: GRAÓ
- Bunge, M. (s/f). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.
- Campos, N. (2003). El docente investigador: su génesis teórica y sus rasgos. *Educación*, 27(2), 39-42.
- Campos, N. (2015). ¿Porqué es importante que el personal docente investigue? Reflexión a partir de resultados de una experiencia de investigación etnográfica. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 15(3), 1-16.
- Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw-Hill.
- Díaz-Barriga, F., & Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGraw Hill.
- Elliott, J. (2000). *La investigación-acción en educación* (4ta. ed.). Madrid, España: Morata.
- García, N. (2012). La pedagogía de proyectos en la escuela: una revisión de sus fundamentos filosóficos y psicológicos. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 4(9), 685-707.
- González, J. (2018). Semilleros de Investigación: una estrategia formativa. *Psychologia. Avances de la disciplina*, 2(2), 185-190.
- González, N., Zerpa, M., Gutiérrez, D., & Pirela, C. (2007). La investigación educativa en el hacer docente. *Laurus*, 13(23), 279-309.
- Muñoz, J., Quintero, J., & Munévar, R. (2012). *Cómo desarrollar competencias investigativas en educación*. Bogotá, D.C.: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Perilla, L., & Rodríguez, E. (2012). *Proyectos de aula: una estrategia didáctica hacia el desarrollo de competencias investigativas*. Villavicencio: Uniminuto Regional Villavicencio: Educrea.
- Perines, H., & Murillo, F. J. (2017). ¿Cómo mejorar la investigación educativa? Sugerencias de los docentes. *Revista de la Educación Superior*, 46(181), 89-104.
- Restrepo, B. (2003). Investigación formativa e investigación productiva de conocimiento en la universidad. *Nómadas (Col)*, (18), 195-202.
- Secretaría de Educación Pública. (2012). *Planes y programas de estudio para la formación inicial*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública. (2017). Acuerdo número 12/10/17. DOF miércoles 11 de octubre de 2017. [Por el cual se establece el plan y los programas de estudio para la educación básica: aprendizajes clave para la educación integral]. México, D.F., México.

Impacto de la Ventilación en Espacios Cerrados, para la Prevención de Riesgo de Infecciones Vía Aérea

Dr. Gibrán Aguilar Rangel DGTI¹, Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez²

Resumen— La reciente pandemia de COVID-19 mostro una vulnerabilidad en cuanto a cómo se manejan los espacios cerrados. Si bien no es viable clausurar toda actividad en espacios cerrados aún existiendo riesgo de infección vía aérea, si es posible, con la ayuda de herramientas tecnológicas, poder determinar cuando existe un riesgo alto en un espacio determinado, para poder tomar las medidas recomendadas, de acuerdo al espacio. En este trabajo se describe en un inicio la situación respecto a los espacios cerrados y las infecciones vía aérea, posteriormente se plantea como la tecnología puede ayudar a detectar el riesgo, para finalizar con una propuesta de detección y prevención.

Palabras clave—Gestión tecnológica, tecnología, detección, infecciones aéreas.

Introducción

La pandemia de COVID-19 ha resaltado la importancia de una ventilación adecuada en espacios concurridos, particularmente en las aulas. La mala ventilación en las aulas puede tener un impacto significativo en la propagación del virus, mientras que una buena ventilación puede ayudar a mitigar el riesgo de transmisión (Chen, Chen, Chen y Su, 2021) .

La mala ventilación en un salón de clases puede provocar la acumulación de partículas en el aire, incluido el virus que causa el COVID-19. Cuando una persona con el virus habla, tose o estornuda, sus gotitas respiratorias pueden permanecer en el aire durante un período prolongado, poniendo a otros en riesgo de infección. En aulas mal ventiladas, es posible que estas gotas no puedan disiparse rápidamente, lo que aumenta las posibilidades de que otros las inhalen y se infecten.

Por el contrario, una buena ventilación en un salón de clases puede ayudar a reducir la propagación del virus. Esto se puede lograr a través de una variedad de medios, como abrir ventanas, usar ventiladores o instalar filtros de aire. Estos métodos pueden ayudar a hacer circular aire fresco y eliminar el aire contaminado de la habitación, reduciendo la concentración de partículas en el aire y el riesgo de infección (Berry, Parsons, Morgan, Rickert y Cho, 2022) .

Otra forma de mejorar la ventilación en las aulas es usar purificadores de aire portátiles con filtros de partículas de aire de alta eficiencia (HEPA). Estos filtros pueden eliminar el 99,97 % de las partículas del aire, incluido el virus que causa el COVID-19.

Además, también es importante considerar los patrones de flujo de aire en una habitación y cómo pueden usarse para reducir la propagación del virus. Por ejemplo, usar flujo de aire direccional para crear una barrera entre estudiantes y maestros, o usar ventilación natural para eliminar el aire contaminado de la habitación.

El uso de mascarillas en espacios cerrados, específicamente en las aulas, se ha convertido en una medida crucial para evitar la propagación del COVID-19. Sin embargo, no usar máscaras en estos espacios puede tener graves consecuencias en la salud y seguridad de los estudiantes, maestros y personal.

Uno de los principales efectos de no utilizar mascarillas en espacios cerrados como las aulas es el mayor riesgo de transmisión del virus. Cuando una persona con COVID-19 habla, tose o estornuda, sus gotitas respiratorias pueden transmitir el virus a otras personas. Las máscaras pueden ayudar a prevenir la propagación de estas gotas al atraparlas antes de que puedan llegar a otras personas. Sin máscaras, las gotas pueden viajar fácilmente por el aire e infectar a otros.

Además, no utilizar mascarillas en las aulas también puede conducir a una mayor tasa de ausentismo por enfermedad (Bartolucci, Templeton, & Bernardini, 2022) . Sin la protección adicional de las máscaras, es más probable que los estudiantes y maestros se infecten y tengan que quedarse en casa por un período prolongado. Esto puede tener un impacto negativo en la continuidad del aprendizaje y el funcionamiento general de la escuela.

Otro efecto de no usar máscaras en espacios cerrados es el impacto psicológico en estudiantes, maestros y personal. El uso de mascarillas se ha convertido en un símbolo de la pandemia en curso y de las medidas adoptadas para mantenernos a salvo. No usar máscaras en las aulas puede crear una sensación de normalidad que puede conducir a la autocomplacencia y una falsa sensación de seguridad, lo que hace que las personas tengan menos probabilidades de

¹ El Dr. Gibrán Aguilar Rangel es Profesor en la Universidad Autónoma de Querétaro. gibran.aguilar@uaq.mx (autor corresponsal)

² El Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez es Profesor Investigador en la Universidad Autónoma de Querétaro valper@uaq.mx

adherirse a otras medidas de seguridad (Savona, 2021).

Es importante tener en cuenta que el uso de mascarillas por sí solo no es suficiente para prevenir la propagación del virus y debe combinarse con otras medidas como el distanciamiento físico, una buena ventilación y la higiene frecuente de las manos.

Descripción del Método

La tasa de infecciones respiratorias en aulas cerradas sin filtros de aire puede ser alarmantemente alta, particularmente durante la pandemia de COVID-19. Esto se debe a una serie de factores, incluida la mala ventilación, la proximidad de estudiantes y profesores y la falta de medidas de protección, como filtros de aire.

La mala ventilación en un salón de clases cerrado puede provocar la acumulación de partículas en el aire, incluido el virus que causa el COVID-19. Cuando una persona con el virus habla, tose o estornuda, partículas respiratorias pueden permanecer en el aire durante un período prolongado, poniendo a otros en riesgo de infección. En aulas con poca ventilación, es posible que estas gotas no puedan disiparse rápidamente, lo que aumenta las posibilidades de que otros las inhalen y se infecten.

Adicionalmente, las aulas cerradas sin filtros de aire también pueden atrapar aire contaminado dentro de la habitación, lo que aumenta la concentración de partículas en el aire y el riesgo de infección. Esto puede ser particularmente peligroso en espacios donde las personas no cuentan con la opción de mantener distancia uno de otro, o bien de salir a espacios ventilados de manera frecuente, un ejemplo de esto son las aulas de clase, que por su naturaleza implican periodos prolongados de convivencia en proximidad (Bartolucci et al., 2022).

Según estudios recientes, la falta de ventilación y filtración de aire adecuadas en las aulas puede provocar una mayor tasa de infecciones respiratorias. Uno de estos estudios es el publicado en "International Journal of Risk Reduction" el cual encontró que las aulas con mala ventilación llegaban a tener una mayor tasa de ausentismo por enfermedades respiratorias, en comparación con las aulas con buena ventilación (Bartolucci et al., 2022).

Es importante tener en cuenta que los filtros de aire, si bien son un gran apoyo, no son una solución completa, también se requiere mantener un sistema de ventilación adecuado que introduzca aire fresco del exterior y reduzca o elimine el aire contaminado de la habitación (Li et al., 2022).

Hallazgos y conclusiones

Durante los meses de agosto a diciembre de 2022 se tomaron lecturas de manera regular de dos aulas con diferentes características, el aula 1 tenía dimensiones aproximadas de 35 metros cuadrados, con 4 ventanas funcionales (es decir que pudieran abrirse para permitir ventilación), en la parte superior de los muros, dichas ventanas tenían medidas reducidas, el número de estudiantes aproximado (dependiendo de la variación por asistencias) era de 32 estudiantes. El aula 2 era de mayor tamaño, aproximadamente 48 metros cuadrados, con un mayor número de ventanas funcionales, 9 ventanas ubicados a nivel medio del aula y con mayor tamaño a las del aula 1, asimismo contaba con un mayor número de estudiantes, rondando los 40 estudiantes.

En cuanto a los horarios, en el aula 1 se tomaron las mediciones a las 7 pm de lunes a jueves, en el aula 2 se tomaron a las 8 am de martes a viernes. Como dato adicional, el aula 1 se encontraba en una planta alta y el aula 2 en una planta baja. Las figuras 1 y 2 muestran la distribución de ambas aulas, en azul están marcadas las ventanas, en gris la puerta del salón y en verde los pupitres y el escritorio del docente.

Es importante mencionar que el espacio entre estudiantes era reducido, los pupitres se encuentran pegados uno a otro de manera horizontal, y las butacas normalmente se encuentran completas.

Para las mediciones se utilizó un detector de dióxido de carbono portátil, el detector permanecía encendido durante 40 minutos y se tomaban lecturas a intervalos de 10 minutos.

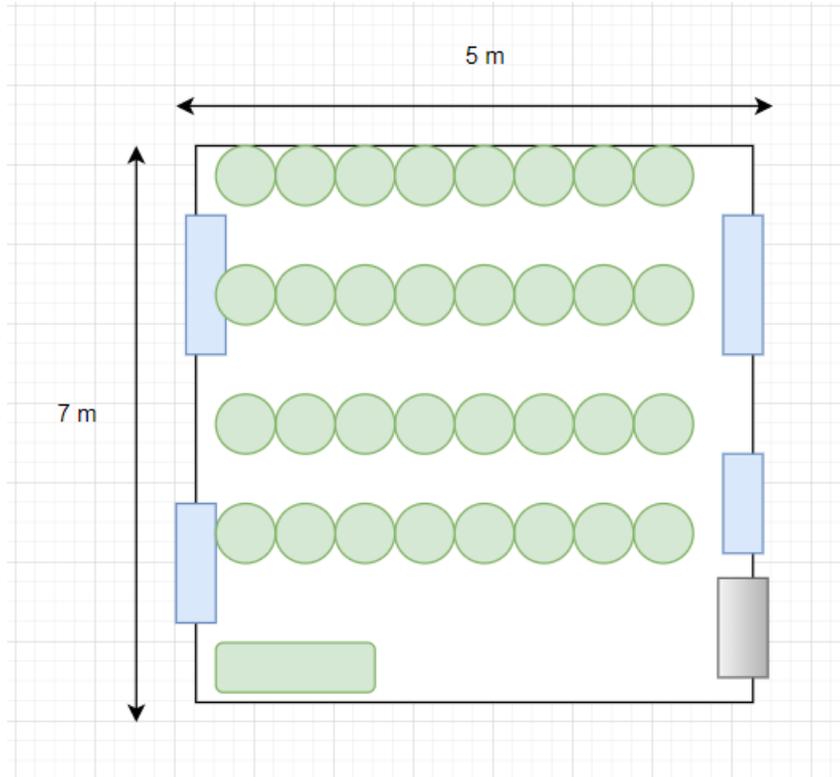


Figura 1 Diagrama aula 1

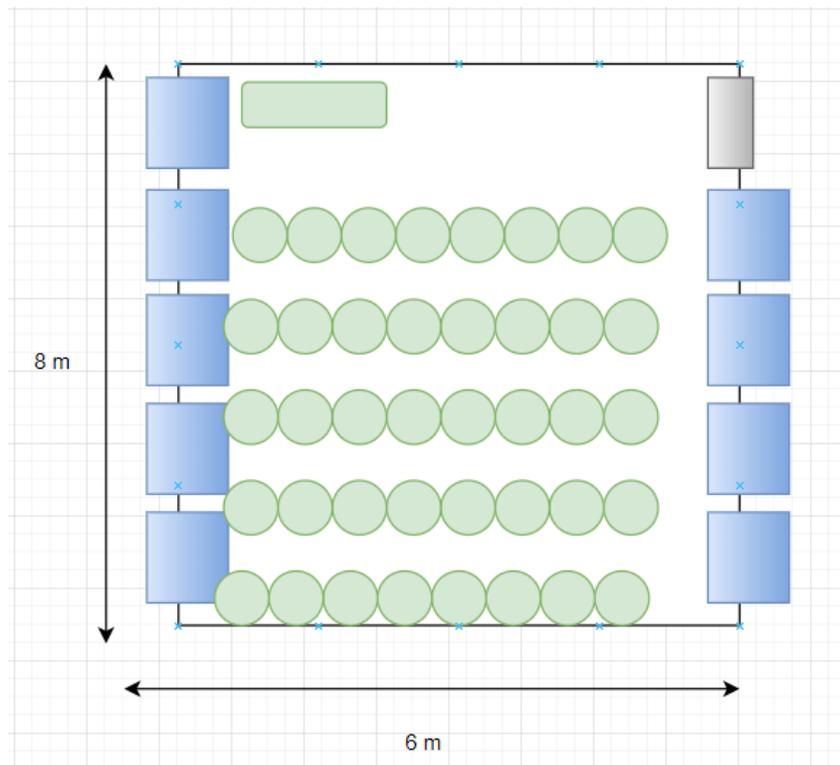


Figura 2 Diagrama aula 2

Durante los meses de agosto a octubre, alrededor del 90% de los estudiantes usaban mascarilla en todo momento, la calidad de las mascarillas era variable, estaban las KN95 o KF94 pero también mascarillas de cirugía o de tela. Las ventanas de ambos salones permanecieron abiertas en todo momento. Para el aula 1, dos ventiladores de techo estuvieron encendidos durante la duración de la clase, el aula 2 no conto con los ventiladores encendidos, solo con la ventilación natural que entraba por las ventanas, en el caso del aula 1, la lectura promedio en estos meses fue de 520 PPM, en el caso del aula 2 se situó en 495 PPM

Para los meses de noviembre y diciembre, se invirtió el número de estudiantes usando mascarillas, pasaron a ser minoría, con un 10% usando y el resto sin usar mascarilla de ningún tipo Asimismo se dio un cambio de clima, estando un clima más frío, en el aula 1 esto represento que los ventiladores de techo se mantuvieran apagados todo el tiempo y al empezar las mediciones las ventanas estaban cerradas, llevando los estudiantes en promedio 3 horas en esas condiciones, en este caso las lecturas en este punto oscilaban alrededor de los 2,945 PPM, en el caso del aula 2, al llegar a tomar las mediciones, llevaban menos tiempo en el aula, siendo la sesión de las 8 am su primera clase, por lo que en promedio estaban unos 5 minutos en el salón, pero con las ventanas cerradas y siendo un mayor número de estudiantes, las mediciones rebasaron los 3,000 PPM.

En ambas aulas se tomaba una medición inicial y se pedía abrir las ventanas, esto se reflejaba en la segunda medición que caía debajo de los 2,000 PPM y podía situarse en 600 PPM si se mantenían las ventanas abiertas.

En este punto es difícil conocer en que medida impacto el no llevar mascarillas para la saturación del ambiente, puesto que como se comentó, esta saturación se reducía al ventilar el ambiente, si bien no llegaba a los niveles de los primeros meses.

Con base en los hallazgos mencionados, se puede concluir que, con ayuda de dispositivos de medición de saturación del ambiente, es posible implementar en aulas un protocolo para la prevención de la transmisión de infecciones vía aérea, es decir, una vez que el o los sensores sobrepasen un límite de tolerancia, sería momento de ventilar el aula, ya sea abriendo las ventanas y puerta, o bien en caso de extrema saturación, ventilar el aula y evacuar por unos minutos el recinto para permitir que posibles contaminantes se dispersen, reduciendo así el riesgo de contagio.

Para futuras investigaciones, sería importante contar con un filtro HEPA en el aula, con el fin de evaluar el impacto que tiene, en adición a la ventilación natural, así como realizar pruebas en combinación con uso de mascarillas, probando con distintos tipos de mascarillas para vigilar el efecto en la saturación del ambiente.

Es importante aclarar que esta saturación solo identifica el nivel potencial de infección, puesto que no se cuenta con la certeza de que exista infecciones en el ambiente, o personas que puedan estar infectados con COVID19 u otras infecciones de la vía aérea, aún cuando el ambiente esté saturado, si ninguno de los presentes cuenta con una infección, el ambiente será seguro, sin embargo, es casi imposible saber de manera constante la situación de cada uno de los presentes en un aula, aún cuando se pudiera contar con pruebas de manera diaria, existen los falsos negativos y otras situaciones, por lo que la prevención seguiría siendo la mejor alternativa.

Referencias

- Bartolucci, A., Templeton, A., & Bernardini, G. (2022). How distant? An experimental analysis of students' COVID-19 exposure and physical distancing in university buildings. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 70(October 2021), 102752. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102752>
- Berry, G., Parsons, A., Morgan, M., Rickert, J., & Cho, H. (2022). A review of methods to reduce the probability of the airborne spread of COVID-19 in ventilation systems and enclosed spaces. *Environmental Research*, 203, 111765. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111765>
- Chen, C. Y., Chen, P. H., Chen, J. K., & Su, T. C. (2021). Recommendations for ventilation of indoor spaces to reduce COVID-19 transmission. *Journal of the Formosan Medical Association*, 120(12), 2055–2060. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2021.08.007>
- Li, X., Lester, D., Rosengarten, G., Aboltins, C., Patel, M., & Cole, I. (2022). A spatiotemporally resolved infection risk model for airborne transmission of COVID-19 variants in indoor spaces. *Science of the Total Environment*, 812, 152592. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152592>
- Savona, M. (2021). A 'New Normal' as a 'New Essential'? COVID-19, Digital Transformations and Employment Structures. *SSRN Electronic Journal*, (2020). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3780229>

Síntesis Sostenible de Compuestos Orgánicos: Evaluación Ecoescala

M.C. Erika Alarcón Matus¹, Dra. Nancy Romero Ceronio², Dr. Cuauhtémoc Alvarado³, Dr. Luis Fernando Roa de la Fuente⁴, Dr. Joel L. Terán⁵, Dr. Abraham Gómez Rivera⁶ y Dr. Carlos Ernesto Lobato García⁷

Resumen— Las chalconas, son precursores de los flavonoides e isoflavonoides, son compuestos con un sistema enona entre dos anillos aromáticos, estas constituyen una importante clase de productos naturales debido a que exhiben interesantes actividades farmacológicas (antiinflamatoria, antituberculosis, antifúngica, antimalarial, anticancerígeno, antioxidante, entre otras). Esta investigación presenta el empleo de condiciones suaves en la síntesis de chalconas a partir de la condensación tipo Claisen-Schmidt de la acetofenona con 2-nitrobenzaldehído, 3-nitrobenzaldehído, 4-nitrobenzaldehído, 2,6-diclorobenzaldehído y 3,4-diclorobenzaldehído en etanol empleando diferentes concentraciones de una solución de hidróxido de sodio. Se obtuvieron compuestos puros, con rendimientos por encima del 92 % y evaluaciones de ecoescala mayores del 83 %, los cuales se aislaron mediante recristalización y fueron caracterizados utilizando técnicas convencionales como: ¹H-, ¹³C-NMR y espectroscopía de infrarrojo (IR).

Palabras clave—química sostenible, chalconas, ecoescala

Introducción

Uno de los desafíos que enfrentan la química, en este siglo, es cumplir con la demanda de productos que se emplean hoy en día sin contribuir al deterioro ambiental. La industria química y de transformación participa en la elaboración de productos terminados como los son los alimentos, el vestido, los medicamentos, el combustible y en la síntesis de un sin número de materias primas que son necesarios para la creación de estos y que permiten el desarrollo de la sociedad y por ende la mejora de la calidad de vida (García y Calvo-Flores, 2008; Soledad-Rodríguez, 2018).

Anastas y Warner (1998) introdujeron el término “*green chemistry*” o *química sostenible*, que refiere al “*diseño de procesos y productos químicos que reduzcan o eliminen el uso y generación de sustancias peligrosas*”, y para ello establecieron doce principios con el objetivo de diseñar reacciones que no solo sean eficaces, selectivas y den altos rendimientos, sino que también sean benignas para el medio ambiente (Anastas y Warner, 1998).

La posibilidad de evaluar ¿qué tan verde es una reacción química?, se puede lograr empleando diferentes parámetros como: el factor E, la economía atómica, *EcoScale* (ecoescala), entre otros (Calvo-Flores, 2019; Sheldon, 1992; Trost, 1991; Van Aken et al. 2006). La ecoescala es una herramienta semicuantitativa introducido por Aken *et al* en el 2006, que toma en cuenta parámetros económicos y ecológicos, la cual se basa en una escala del 0 al 100, donde 0 representa una reacción fallida y 100 una reacción ideal, esta última fue definida por los autores como: “Compuesto A (sustrato) reacciona con (o en presencia) el compuesto B (asequible) para dar el compuesto deseado C con un 100% de rendimiento a temperatura ambiente, con riesgo mínimo para el operador y un impacto ambiental mínimo” (Van Aken et al. 2006).

La ecoescala considera seis parámetros, el rendimiento, el precio de los componentes de reacción, la seguridad, el equipo técnico, la temperatura/tiempo y la elaboración/purificación. Los autores establecieron puntos de penalización para cada parámetro, al final, a 100 puntos (síntesis ideal) se le resta la sumatoria de los puntos penalizados obtenidos, esta operación da como resultado un puntaje. La puntuación obtenida por la reacción a evaluar se clasifica en: > 75, excelente; > 50, aceptable; < 50, inadecuada (Van Aken et al. 2006).

¹ La M. C. Erika Alarcón Matus es estudiante del Doctorado en Ciencias con orientación en Química Orgánica en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Cunduacán, Tabasco, México erikaalarconmatus@hotmail.com

² La Dra. Nancy Romero Ceronio es Profesora del posgrado en Ciencias con orientación en: Materiales, Nanociencias y Química Orgánica en la División Académica de Ciencias Básicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (DACB-UJAT), Cunduacán, Tabasco, México nancy.romero@ujat.mx

³ El Dr. Cuauhtémoc Alvarado es profesor del posgrado en Ciencias con orientación en: Materiales, Nanociencias y Química Orgánica, DACB-UJAT, Cunduacán, Tabasco, México cuauhtemoc.alvarado@ujat.mx

⁴ El Dr. Luis Fernando Roa de la Fuente es Profesor del Doctorado en Ciencias con orientación en: Materiales, Nanociencias y Química Orgánica, DACB-UJAT, Cunduacán, Tabasco, México fernando.roa@ujat.mx

⁵ El Dr. Joel L. Terán es Profesor del posgrado en Ciencias Químicas de la Benémerita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Puebla, México joel.teran@correo.buap.mx

⁶ El Dr. Abraham Gómez Rivera es Profesor del posgrado en Ciencias con orientación en: Materiales, Nanociencias y Química Orgánica, DACB-UJAT, Cunduacán, Tabasco, México abraham.gomez@ujat.mx

⁷ El Dr. Carlos Ernesto Lobato García es Profesor del posgrado en Ciencias con orientación en: Materiales, Nanociencias y Química Orgánica, DACB-UJAT, Cunduacán, Tabasco, México carlos.lobato@ujat.mx

En el presente artículo se describe la síntesis de chalconas sustituidas por grupo(s) nitro o cloro, empleando condiciones suaves de reacción que incluye el uso de disolventes inocuos tales como el agua y etanol, mediante la condensación de Claisen-Schmidt. Además, se presenta la evaluación mediante la ecoescala para determinar el impacto ambiental de las rutas sintéticas empleadas.

Las chalconas son compuestos con un sistema enona entre dos anillos aromáticos, son precursores de los flavonoides e isoflavonoides que están presentes en varios productos de la naturaleza, además, existen numerosos reportes de chalconas sintéticas y naturales en donde se describen las interesantes actividades farmacológicas exhibidas, tales como: antiinflamatoria, antituberculosa, antifúngica, antipalúdica, antiproliferativa, antimicrobiana, antibacteriana, anticancerígena, por mencionar algunas (Ouyang et al. 2021). El método clásico para la síntesis de chalconas, es la condensación de Claisen-Schmidt, actualmente en la bibliografía existen reportados un gran número de metodología para este tipo de condensaciones, estos incluyen catálisis básica o ácida, homogénea o heterogénea, el empleo de diferentes disolventes, o bien en condiciones libre de disolvente, a temperaturas de 50-100 °C, algunas reportan tiempos largos de reacción (Jasim et al. 2021; Salehi et al. 2021).

Como se puede observar en la Figura 1, las chalconas pueden tener diferentes sustituyentes en los anillos aromáticos A y B, los cuales pueden potencializar la actividad biológica de la misma, o bien, pueden ser empleadas en la obtención de moléculas más complejas, por ejemplo, la metochalcona presenta una actividad como antiurético; mientras la sofalchalcona presenta una actividad antiulcerosa como gastroprotector contra *Helicobacter pyloridis* (Gomes et al. 2017; Ouyang et al. 2021).

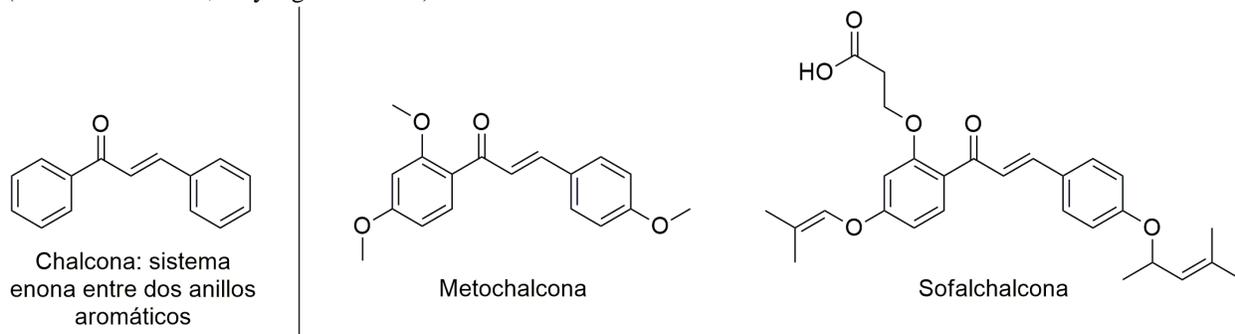
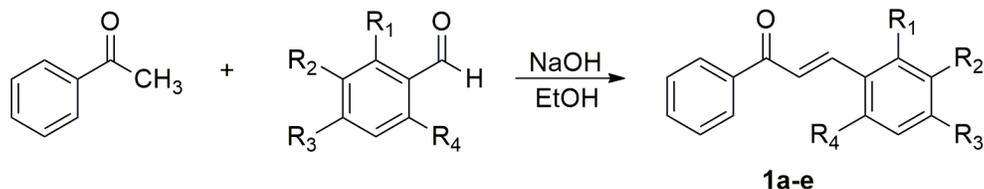


Figura 1. Chalconas con actividad biológica

Descripción del Método

Todos los reactivos empleados para la síntesis, así como para la caracterización espectroscópica de los productos, fueron de grado analítico y espectroscópico respectivamente (Sigma Aldrich y Fisher Scientific). Las chalconas **1a-e** (Figura 2) fueron sintetizadas vía condensación de Claisen-Schmidt entre acetofenona y 2-nitrobenzaldehido, 3-nitrobenzaldehido, 4-nitrobenzaldehido, 2,6-diclorobenzaldehido y 3,4-diclorobenzaldehido respectivamente. La síntesis consistió en colocar proporciones equimoleculares de la acetofenona con el aldehído correspondiente empleando hidróxido de sodio como base en etanol como disolvente dejando la reacción a temperatura ambiente y en agitación continua. Una vez terminada la reacción, el crudo de reacción se filtró y se colectaron los precipitados, los cuales posteriormente fueron purificados por recristalización obteniéndose las chalconas puras.



Donde:

1a: R₁ = NO₂, R₂ = R₃ = R₄ = H

1b: R₂ = NO₂, R₁ = R₃ = R₄ = H

1c: R₃ = NO₂, R₁ = R₂ = R₄ = H

1d: R₁ = R₄ = Cl, R₂ = R₃ = H

1e: R₂ = R₃ = Cl, R₁ = R₄ = H

Figura 2. Esquema de Reacción de condensación de Claisen-Schmidt entre acetofenona y benzaldehídos sustituidos.

Resultados y discusiones

Síntesis de chalconas

Con el propósito de explorar las condiciones de reacción establecidas, se utilizaron diferentes equivalentes del hidróxido de sodio. Las chalconas **1a-e**, se obtuvieron con buenos rendimientos y tiempos de reacción menores a 3.5 h. Los mejores resultados de síntesis se resumen en el Cuadro 1. En la condensación del 2-nitrobenzaldehído y acetofenona se emplearon 0.5 equivalentes de hidróxido de sodio obteniendo la chalcona **1a** con rendimiento de 34% (Cuadro 1, experimento 1). En los experimentos 2 y 3 (Cuadro 1) el empleo de 0.1 equivalentes de hidróxido de sodio, en ambos experimentos, fue suficiente para obtener los compuestos deseados **1b** y **1c** con rendimientos del 92 y 82 % respectivamente.

Experimento	Compuesto	Condiciones	Tiempo	Rendimiento (%) ^a
1	1a	0.5 Eq NaOH	3 h	34
2	1b	0.1 Eq NaOH	3.5 h	92
3	1c	0.1 Eq NaOH	2 h	82
4	1d	1.0 Eq NaOH	3.5 h	92
5	1e	1.0 Eq NaOH	2 h	89
6	1a	1) 0.1 Eq NaOH 2) H ₂ SO ₄ 5%	2 h 0.5 h	90 ^b

^a Rendimiento de los compuestos puros después de filtración.

^b Rendimiento global.

Cuadro 1. Condiciones y resultados de la síntesis de chalconas **1a-e**

Por otro lado, para síntesis de las chalconas **1d** y **1e** se necesitó una cantidad equimolar de base para optimizar el porcentaje de rendimiento obtenido, así los productos **1d** y **1e** se obtuvieron con rendimientos del 92 y 89%, respectivamente (Cuadro 1, Experimentos 4 y 5). En el Cuadro 1 en general, se puede observar que las chalconas de interés fueron obtenidas con rendimientos que van de buenos a excelentes, a excepción del experimento 1. Debido al bajo rendimiento presentado por el método directo para la obtención del compuesto **1a**, fue necesario emplear otro método de síntesis. La chalcona **1a** se obtuvo por condensación Claisen–Schmidt seguido de la deshidratación del compuesto aldólico **2** (Cuadro 1, Experimento 6), es decir un proceso en dos etapas.

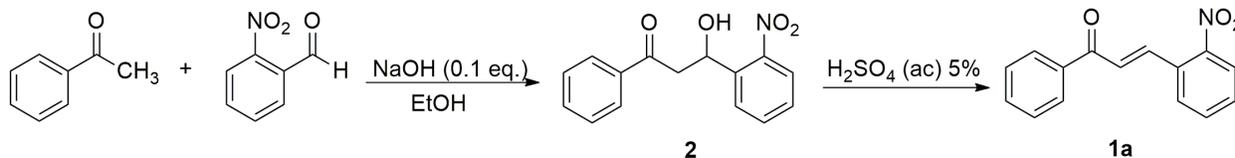


Figura 3. Esquema de síntesis de 2-nitrochalcona (**1a**).

En la metodología propuesta en la Figura 3, se logró disminuir el tiempo de reacción e incrementar el rendimiento, esta metodología consistió primero la condensación entre el 2-nitrobenzaldehído con acetofenona, utilizando 0.1 equivalentes de NaOH, para generar el producto aldólico **2**, y como segundo paso la hidrólisis ácida para generar el compuesto alfa-beta insaturado correspondiente. El compuesto **1a** se obtuvo por recristalización por par de disolventes (diclorometano/hexano) con un rendimiento global del 90 % en un tiempo total de 2.5 horas. En comparación con lo reportado previamente por Arlindo y Carrera en el 2018, estos autores obtienen el compuesto **1a** en condiciones de reacción clásicas de Claisen–Schmidt con tiempos de reacción promedio de 5 horas y con un rendimiento del 64% (Arlindo et al. 2018).

Ecoescala de los productos obtenidos

Se realizó la evaluación por ecoescala a todos los procesos de síntesis desarrollados. En las condiciones de reacción seguidas para la síntesis de las chalconas deseadas no fue necesario emplear disolventes tóxicos, aportes energéticos mayores, ni tiempos de reacción largos. En el Cuadro 2, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación ecoescala para los compuestos **1a-e**.

Experimento	Compuesto	Ecoescala (puntos)
1	1a (ruta 1)	59
2	1b	88
3	1c	83

4	1d	88
5	1e	86
6	1a (ruta 2)	85

Cuadro 2. Evaluación de la eficiencia de la reacción

En el caso del compuesto **1a**, que fue obtenido por dos rutas de síntesis, se observa que la puntuación de ecoescala para la ruta 1 fue 59 puntos, mientras que la ruta 2 fue de 85 puntos, consideradas como “*aceptable*” y “*excelente*” respectivamente. Por otro lado, los compuestos **1b-e** fueron obtenidos con valores de ecoescala por encima de 83 puntos, considerandos como “*excelentes*”, por lo que se consideran una ruta de síntesis viable amigable con el ambiente (Van Aken et al. 2006).

Caracterización espectroscopia de los productos obtenidos

La caracterización espectroscópica de los compuestos **1a-e** se llevó a cabo empleando técnicas convencionales como lo son la resonancia magnética nuclear (^1H y ^{13}C -RMN) y espectroscopia de infrarrojo (IR). Los espectros de IR se hicieron en KBr en un espectrofotómetro marca NICOLET modelo Magna FT-IR 750 o en el equipo Spectrum One de Perkin-Elmer. Los espectros de RMN de ^1H y ^{13}C y COSY se obtuvieron en los espectrofotómetros de RMN: Varían VX400 (400 MHz), varían VX300 (300MHz), usando TMS como referencia interna. Las asignaciones de ^1H se confirmaron con técnicas de correlación de ^1H - ^1H y ^1H - ^{13}C . Los desplazamientos químicos (δ) se expresan en ppm, las constantes de acoplamiento en (J) Hz. (Ver apéndice).

Comentarios Finales

Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se estudió la síntesis y evaluación por ecoescala de las chalconas nitro y cloro sustituidas en el anillo B. Los compuestos fueron obtenidos con rendimientos de reacción y valores de ecoescala excelentes, además, en condiciones suaves de reacción y sin necesidad de tratamientos extra para su purificación. Lo cual permite que la metodología sea viable en la síntesis de este tipo de compuestos y sea considerada amigable con el ambiente.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación evidencian la posibilidad de obtener productos químicos de interés biológico que se alinean a los objetivos de la química verde. La ecoescala debe considerarse como instrumento indispensable para la evaluación de preparaciones orgánicas, a nivel de laboratorio, que permita la búsqueda de rutas alternas para el alcance de los compuestos de interés.

Recomendaciones

Los autores muestran interés en incluir la evaluación ecoescala como medio de evaluación en las diferentes síntesis que se llevan a cabo en el laboratorio de síntesis orgánica de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y conocer el impacto que tendrían en el ambiente. Por otro lado, se puede orientar la investigación a la evaluación farmacológica de estos compuestos como antiinflamatorios, debido a que las chalconas presentan actividades farmacológicas diversas.

Referencias

- Anastas, P. T. y Warner, J. C. “Green chemistry: theory and practice, Oxford University Press,” *New York*, Vol. 30, 1998.
- Arlindo, Z., Carrera, S. y González, J. “Síntesis de Chalconas: Estructuras Privilegiadas en la Síntesis de Heterociclos con Actividad Biológica,” *Psychologia Latina*, Especial, 2018.
- Calvo-Flores, F. G. “Parámetros para el análisis de las reacciones en química,” *Anales de La Real Sociedad Española de Química*, Vol. 105, No. 1, 2009.
- García, F. y Calvo-Flores, J. “Química sostenible: una alternativa creíble,” *Anales de La Real Sociedad Española de Química*, Vol. 104, No. 3, 2008.
- Gomes, M. N., Muratov, E. N., Pereira, M., Peixoto, J. C., Rosseto, L. P., Cravo, P. V. L., Andrade, C. H., y Neves, B. J. “Chalcone derivatives: Promising starting points for drug design,” *Molecules*, Vol. 22, No. 8, 2017.
- Jasim, H. A., Nahar, L., Jasim, M. A., Moore, S. A., Ritchie, K. J. y Sarker, S. D. “Chalcones: Synthetic chemistry follows where nature leads,” *Biomolecules*, Vol. 11, No.8, 2021.

Ouyang, Y., Li, J., Chen, X., Fu, X., Sun, S. y Wu, Q. "Chalcone derivatives: Role in anticancer therapy," *Biomolecules*, Vol. 11, No. 6, 2021.

Salehi, B., Quispe, C., Chamkhi, I., el Omari, N., Balahbib, A., Sharifi-Rad, J., Bouyahya, A., Akram, M., Iqbal, M., Docea, A. O., Caruntu, C., Leyva-Gómez, G., Dey, A., Martorell, M., Calina, D., López, V. y Les, F. "Pharmacological Properties of Chalcones: A Review of Preclinical Including Molecular Mechanisms and Clinical Evidence," *Frontiers in Pharmacology*, Vol. 11, No. 1, 2021.

Sheldon, R. A. "Organic synthesis - past, present and future," *Chemistry and industry*, No. 23, 1992.

Soledad-Rodríguez, B. "Enseñanza de la química sostenible en las carreras de ingeniería," *Revista de Química, PUCP*, Vol. 32, No.1, 2018.

Trost, B. M. "The atom economy--a search for synthetic efficiency," *Science*, Vol. 254, No. 5037, 1991.

Van-Aken, K., Strekowski, L. y Patiny, L. "EcoScale, a semi-quantitative tool to select an organic preparation based on economical and ecological parameters," *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, Vol. 2, No. 3, 2006.

Notas Biográficas

La **M.C. Erika Alarcón Matus** realizó sus estudios de Licenciatura en Química (2010) y Maestría en Ciencias (2014) con orientación en Química Orgánica en la Universidad Autónoma Juárez de Tabasco (UJAT, México), donde actualmente trabaja como profesor de medio tiempo y cursa sus estudios doctorales. Las líneas de investigación de interés son química verde, organocatálisis, síntesis orgánica y el empleo de energías alternativas como ultrasonido y/o microondas.

La **Dra. Nancy Romero Ceronio** es profesora investigadora en la Universidad Autónoma Juárez de Tabasco, obtuvo su grado de Licenciada en Química (2001) en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (2006, UJAT, México) e hizo su doctorado en Ciencias Químicas en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Sus líneas de interés son la síntesis orgánica empleando química sustentable, productos naturales y educación química.

El **Dr. Cuauhtémoc Alvarado** obtuvo su grado de Licenciado (2003) y Doctor (2008), ambos en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), continuó sus estudios posdoctorales en la Universidad Autónoma de Madrid en el grupo de investigación del Dr. José Luis García Ruano (2009–2011). Actualmente es profesor de tiempo completo de la Universidad Autónoma Juárez de Tabasco (UJAT, México).

El **Dr. Luis Fernando Roa de la Fuente** es profesor de tiempo completo de la Universidad Autónoma Juárez de Tabasco (UJAT, México). Sus líneas de interés son la síntesis asimétrica de compuestos con interés biológico, la estereoquímica y la elucidación de estructuras moleculares.

El **Dr. Joel L. Terán** es profesor de tiempo completo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Realizó sus estudios doctorales en el Instituto de Química de la BUAP (2001) bajo la supervisión del Dr. Dino Gnecco. Es profesor en el grupo de síntesis asimétrica en el Instituto de química, Centro de química, de la BUAP desde el 2003. Además, su trabajo de investigación está orientado a la síntesis de compuestos zwitterionicos quirales a partir de aminoalcoholes, aminas primarias y secundarias quirales comercialmente disponibles.

El **Dr. Carlos Ernesto Lobato García** es profesor de tiempo completo de la Universidad Autónoma Juárez de Tabasco (UJAT, México). Estudió la licenciatura en química farmacéutica en la Universidad de Veracruz, México y obtuvo su grado de doctor en Química Orgánica en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Apéndice

Datos de caracterización

(E)-3-(2-nitrofenil)-1-fenilprop-2-en-1-ona, 1a: PF.: 116 °C; sólido amarillo; IR (neat): ν 1663, 1600, 1568, 1511, 1434, 1372, 1337, 1283, 1209, 1006, 968, 855, 745, 737, 678 cm^{-1} ; $^1\text{H-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 7.32-7.36 (d, 1H), 7.48-7.61 (m, 4H), 7.68-7.76 (m, 2H), 8.00-8.05 (m, 3H), 8.11-8.14 (d, 1H); $^{13}\text{C-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 124.87, 127.04, 128.62, 128.65, 129.14, 130.31, 131.12, 133.08, 133.54, 137.24, 140.02, 190.22.

(E)-3-(3-nitrofenil)-1-fenilprop-2-en-1-ona, 1b: PF.: 133 °C; sólido blanco; IR (neat): ν 2922, 1661, 1607, 1529, 1450, 1354, 1309, 733, 704, 683 cm^{-1} ; $^1\text{H-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 7.50-7.55 (m, 2H), 7.66 (s, 1 H), 7.8-7.85 (d, 1H), 7.91-7.94 (dd, 1H), 8.03-8.06 (m, 2H), 8.22-8.26 (dd, 1H), 8.49-8.50 (t, 1H); $^{13}\text{C-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 122.27, 124.43, 124.56, 128.50, 128.71, 129.95, 133.22, 134.25, 136.51, 137.42, 141.52, 148.57, 189.52.

(E)-3-(4-nitrofenil)-1-fenilprop-2-en-1-ona, 1c: PF.: 157 °C; sólido amarillo; IR (neat): ν 2927, 1659, 1607, 1515, 1342, 1219, 1107, 1049, 1016, 842, 781, 744 cm^{-1} ; $^1\text{H-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 7.51-7.55 (t, 2H), 7.60-7.62 (m, 1H), 7.63-7.67 (d, 1H), 7.77-7.79 (d, 1H), 7.79-7.83 (d, 2H), 8.02-8.05 (m, 2H), 8.25-8.27 (d, 2H); $^{13}\text{C-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 124.12, 125.60, 128.51, 128.74, 128.87, 133.30, 137.42, 140.95, 141.41, 148.44, 189.53.

(E)-3-(2, 6-diclorofenil)-1-fenilprop-2-en-1-ona, 1d: PF.: 75 °C; sólido amarillo; IR (neat): ν 3070, 1669, 1610, 1584, 1432, 1302, 1259, 1214, 1173, 1011, 973, 774, 961, 603 cm^{-1} ; $^1\text{H-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 7.17-7.21 (t, 1H), 7.36-7.38 (d, 2H), 7.48-7.52 (m, 2H), 7.57-7.61 (m, 1H), 7.64-7.68 (d, 1H), 7.83-7.87 (d, 1H), 8.01-8.03 (m, 2H); $^{13}\text{C-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 128.63, 128.65, 128.78, 129.66, 129.79, 130.36, 132.52, 133.07, 133.52, 135.10, 137.53, 137.74, 190.06.

(E)-3-(3, 4-diclorofenil)-1-fenilprop-2-en-1-ona, 1e: PF.: 96 °C; sólido blanco; IR (neat): ν 3062, 1665, 1601, 1547, 1504, 1470, 1396, 1312, 1214, 1132, 1077, 1023, 977, 881, 821, 775, 684 cm^{-1} ; $^1\text{H-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 7.46-7.74 (d, 1H), 7.48-7.49 (d, 1H), 7.49-7.5 (m, 1H), 7.51-7.53 (dd, 2H), 7.58-7.63 (m, 1H), 7.76 (s, 1H), 7.71-7.73 (m, 2H); $^{13}\text{C-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 123.46, 127.50, 128.50, 128.71, 129.73, 130.93, 133.12, 141.90, 189.82.

3-hidroxi-3-(2-nitrofenil)-1-fenilpropan-1-ona, 2: PF.: 88 °C; sólido blanco; IR (neat): 3440, 2979, 1597, 1523, 1346, 1122, 1043, 757, 746, 686 cm^{-1} ; $^1\text{H-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 7.94-7.99 (m, 4H), 7.68-7.70 (t, 1H), 7.58-7.60 (t, 1H), 7.44-7.48 (m, 4H), 5.84-5.87 (dd, 1H), 3.68-3.73 (dd, 1H), 3.19-3.25 (dd, 1H); $^{13}\text{C-RMN}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 199.76, 140.15, 138.53, 136.19, 133.74, 128.66, 128.33, 128.23, 128.15, 124.35, 65.80, 46.92.

Obtención y Filtrado Digital de la Posición y Velocidad de un Robot Cartesiano de Dos Grados de Libertad por Medio de un Sistema Embebido en Plataforma FPGA

Lic. Luis Arturo Alcantar Vergara¹, Dra. María Aurora Diozcora Vargas Treviño², Dr. Sergio Vergara Limon³, Dr. Jesús López Gómez⁴, Dra. Amparo Palomino Merino⁵, Dra. Olga Guadalupe Félix Beltrán⁶, MC. Margarita Carmina García López⁷

Resumen—En el presente artículo se presenta el modelo dinámico de un robot cartesiano con 2 grados de libertad (2GDL) obtenido con la metodología de parámetros agrupados, se empieza por generar un diagrama del sistema, en el cual se representa cada elemento donde se tenga un cambio de energía, se generan sus ecuaciones; posteriormente se realiza una simulación del modelo empleando la herramienta Simulink en el programa de Matlab. Se realizan los experimentos con el robot real utilizando un sistema embebido en plataforma FPGA para poder realizar control de posición y velocidad, se da una explicación de la metodología propuesta para filtrar digitalmente las señales obtenidas utilizando filtros digitales de tipo Bessel y estimación MT mostrando finalmente los resultados, las conclusiones y el trabajo a futuro de esta investigación.

Palabras clave— Modelado matemático, parámetros agrupados, control, FPGA.

Introducción

La Ingeniería de control es una disciplina que se focaliza en modelar matemáticamente una gama diversa de sistemas dinámicos y el diseño de controladores que harán que estos sistemas se comporten de la manera deseada. El modelo matemático consiste en un sistema mecánico modelado acoplado el modelo eléctrico de los motores. Se utiliza la metodología parámetros agrupados con el objetivo de tener un sistema más detallado. Se emplea la ecuación de Lagrange basado en el análisis de las energías cinética y potencial de un sistema rígido para obtener el modelo dinámico del sistema mecánico [1]. Con el modelo dinámico de la transmisión mecánica y el modelo eléctrico del motor se obtendrá el modelo matemático general para evaluar mediante simulaciones la respuesta dinámica del sistema. El sistema de posicionamiento consiste en aplicar un voltaje o torque modulado por ancho de pulso (PWM) controlado en la entrada del motor de DC en el que se agrupa a un reductor, un acoplamiento, un eje de tornillo de bola, una tuerca y el bloque deslizante. Los sistemas mecatrónicos de posicionamiento requieren un algoritmo de control para realizar trayectorias o posiciones de alta precisión. Por otro lado, la adquisición de datos y el diseño del sistema embebido configurable es una parte muy importante para garantizar el procesamiento en hardware, alto rendimiento, recepción y envío de datos que generalmente está definido por las aplicaciones a las que se destina. Con la finalidad de obtener señales lo más limpias posibles en los sistemas mecatrónicos, se utilizan diferentes tipos de acondicionamiento de dichas señales, uno de estos son el filtrado y así suavizar las señales, esto permite obtener mejora en la lectura de los datos, esto lleva a poder emplear de mejor forma los datos obtenidos pues se vuelven fiables permitiendo que se usen para sistemas de control. En el presente trabajo se explica la implementación de un filtro tipo Bessel dentro del sistema embebido que nos permite tener más limpias las señales que vienen del robot, así como la instrumentación del método MT para eliminar el error de cuantificación en la velocidad.

¹ Lic. Luis Arturo Alcantar Vergara estudiante de Maestría en Electrónica Opción en Automatización en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, luis.alcantar@alumno.buap.mx.

² Dra. María Aurora Diozcora Vargas Treviño Profesora investigadora en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. aurora.vargas@correo.buap.mx.

³ Dr. Sergio Vergara Limon Profesor investigador en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. sergio.vergara@correo.buap.mx.

⁴ Dr. Jesús López Gómez, Profesor investigador en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, DAIA-UJAT, Tabasco, México. jesuslopez.asaf@gmail.com.

⁵ Dra. Amparo Palomino Merino Profesora investigadora en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. amparo.palomino@correo.buap.mx.

⁶ Dra. Olga Guadalupe Félix Beltrán, Profesor investigador en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. olga.felix@correo.buap.mx.

⁷ MC. Margarita Carmina García López, estudiante de Doctorado en ingeniería del lenguaje y del conocimiento en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, margaritacarmina.garcialopez@viep.com.mx.

Descripción del Método

Para el modelado del robot se empleó la metodología de parámetros agrupados en la cual representa cada cambio de la energía del sistema en cada elemento que lo conforma, se obtiene la energía cinética (E_c), la energía potencial (E_p), la energía disipativa (D_t) y el trabajo virtual (w), también se considera la dependencia del eje Y al X con relación a las masas y gravedad, después se aplica Euler Lagrange para obtener las ecuaciones características del sistema [1].

Las ecuaciones resultantes son las siguientes [2]:

$$L\dot{I}_i + RI_i + k_{ei}\dot{\theta}_{mi} = E_i \quad (1)$$

$$J_{mi}\ddot{\theta}_{mi} + b_{mi}\dot{\theta}_{mi} + b_{gi}[G\dot{\theta}_{gi} - \dot{\theta}_{mi}] - \tau_{gi} = \tau_{mi} \quad (2)$$

$$G^2 J_{gi}\ddot{\theta}_{gi} - k_{ci}[\theta_{ci} - \theta_{gi}] + b_{gi}G(\dot{\theta}_{gi} - \dot{\theta}_{mi}) + b_{ci}(\dot{\theta}_{gi} - \dot{\theta}_{ci}) = G\tau_{gi} \quad (3)$$

$$J_{ci}\ddot{\theta}_{ci} + k_{ci}(\theta_{ci} - \theta_{gi}) - k_{si}(\theta_{si} - \theta_{ci}) + b_{ci}(\dot{\theta}_{gi} - \dot{\theta}_{ci}) - b_{si}(\dot{\theta}_{ci} - \dot{\theta}_{si}) = 0 \quad (4)$$

$$J_{si}\ddot{\theta}_{si} + K_{si}(\theta_{si} - \theta_{ci}) - b_{si}(\dot{\theta}_{ci} - \dot{\theta}_{si}) - Rnb_{ni}(\dot{X}_{ti} - (\dot{X}_{si} + Rn\dot{\theta}_{si})) = RnFn \quad (5)$$

$$(m_{si})\ddot{X}_{si} + (k_{ri}X_{si}) + b_{ri}\dot{X}_{si} - b_{ni}[\dot{X}_{ti}(\dot{X}_{si} + Rn\dot{\theta}_{si})] = Fn \quad (6)$$

$$((m_{ti})\ddot{X}_{ti} + b_{ni}(\dot{X}_{ti}(\dot{X}_{si} + Rn\dot{\theta}_{si}))) = -Fn - Ff \quad (7)$$

Donde i indica el grado de libertad del robot. Así mismo los términos m_{si} y m_{ti} denotan las masas totales que carga cada eje del robot; en la Tabla 1 se describen las variables del sistema y su correspondiente definición.

S	Significado	S	Significado
I_i	Corriente eléctrica del motor [A]	E_i	Voltaje aplicado al motor [V]
J_{mi}	Inercia del motor [kgm ²]	b_{gi}	Coefficiente de Fricción caja engranajes [Nm s/rad]
J_{gi}	Inercia de la caja de engranajes [kgm ²]	b_{ci}	Coefficiente de Fricción cople [Nms/rad]
J_{ci}	Inercia de cople [kgm ²]	b_{si}	Coefficiente de Fricción t. tornillo embalado [Nms/rad]
J_{si}	Inercia del tornillo embalado [kgm ²]	b_{ri}	Coefficiente de Fricción a. tornillo embalado [Ns/m]
m_{si}	Masa del tornillo embalado [m]	b_{ni}	Coefficiente de Fricción mesa trabajo [Nm/s]
m_{ti}	Masa de la mesa trabajo [m]	G_i	Caja engranajes
R_i	Resistencia motor [Ohm]	θ_{mi}	Posición angular eje del motor [rad]
L_i	Inductancia del motor [H]	θ_{gi}	Posición angular Eje de la caja del motor [rad]
k_{gi}	Rigidez de caja de engranajes [Nm/rad]	θ_{ci}	Posición angular eje del cople [rad]
k_{ci}	Rigidez de cople [Nm/rad]	θ_{si}	Posición angular del tornillo embalado [rad]
k_{si}	Rigidez de t. tornillo embalado [Nm/rad]	X_{si}	Posición axial del tornillo embalado [m]
F_{ni}	Rigidez mesa de trabajo [N]	X_{ti}	Posición axial de la mesa de trabajo [m]
k_{ri}	Rigidez de a. tornillo embalado [N/m]	q_i	Carga en el motor [C]

Tabla 1.- Constantes y variables del sistema

Diagrama general del sistema

La arquitectura del robot se instrumenta en un procesador desarrollado en el laboratorio de Automatización. Este microprocesador está interconectado con “núcleos de propiedad intelectual” (IP Core, por sus siglas en inglés) a través del puerto de entrada y salida (Figura 1), con tareas para leer y escribir datos de propósito específico, contiene un módulo de administración de datos WIFI, administrador de datos en memoria RAM y EEPROM, un módulo generador de señal PWM, decodificador de posición de motor, entre otros. Para el control del robot es necesario decodificar la señal de posición de cada uno de los motores, saber si alguno de las articulaciones ha llegado a su fin de carrera, además de mandar la acción de control a través de cada uno de los motores con la señal PWM. Cabe mencionar que el sistema embebido cuenta con memoria RAM y en ella se cuentan con miles de direcciones de 32 bits disponibles con el fin de almacenar diferentes variables y cálculos necesarios en el lazo de control [3]. El microprocesador implementado dentro de la tarjeta de desarrollo FPGA contiene una unidad aritmética lógica (ALU). Es posible ejecutar las diferentes funciones del microprocesador acorde a las necesidades de nuestro algoritmo a implementar, para lograrlo, se ha desarrollado un compilador que “traduce” el lenguaje de programación de alto nivel propio y llamado lenguaje D a lenguaje máquina [4]. El procesador trabaja de forma nativa en punto flotante, lo que significa que, para hacer operaciones matemáticas y comparaciones, estas se ejecutarán en punto flotante, no obstante, existe la posibilidad de convertir un dato de punto flotante a entero y viceversa.

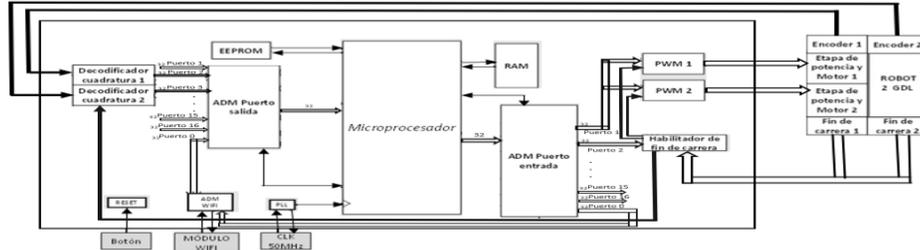


Figura 1. Diagrama general del sistema

Sistema Embebido

El sistema embebido consta de las siguientes partes: Tarjeta FPGA DE0-CV [5], dispositivo WiFi, codificador acondicionamiento de señal y circuito controlador de motor para el movimiento mando de dirección (Puente H). Se cuenta con un software de adquisición con comunicación WiFi que se utiliza como una interfaz para enviar parámetros de posiciones y ganancias para el controlador propuesto. La tarjeta FPGA DE0-CV utiliza un Cyclone V FPGA 5CEBA4F23C7N y posee un microprocesador integrado. El Firmware se desarrolla en la programación AHDL (Altera Hardware Description Language) y consta de bloques de instrucciones para fines específicos que se graban en una memoria ROM. Las memorias RAM y ROM son dispositivos externos al FPGA. La memoria ROM está destinada a almacenar la instrucción que interpreta y ejecuta el microprocesador. Sin embargo, los datos de almacenamiento de la memoria RAM están destinados a ser procesados. Además, el firmware de control comprende la implementación en la FPGA de un microprocesador RISC de 32 bits con una arquitectura Harvard, un conjunto de 32 bits con 15 instrucciones basadas en MIPS, 16 registros de propósito general, una unidad aritmética de precisión simple IEEE 754 de punto flotante que controla el sistema de accionamiento del husillo de bolas. El sistema embebido conectado con todas sus partes al robot se muestra en la Figura 2.

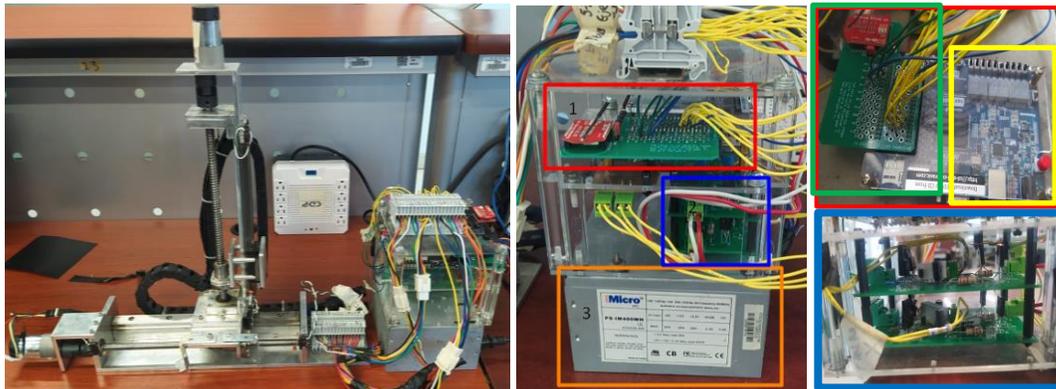


Figura 2.- Sistema embebido: tarjetas acopladas, tarjeta de comunicación con modulo Wifly (roja), Puentes H (azul) y Tarjeta De Desarrollo FPGA Cyclone V Intel DE0-CV (amarillo)

El firmware posee diversos bloques que resultan necesarios para los procesos requeridos por el funcionamiento del mecanismo. Los principales son: Administrador de Wi-Fi que permite al FPGA comunicarse con protocolo serial al módulo WiFly, el cual conecta de forma inalámbrica con la computadora. De esta forma se tiene comunicación entre la computadora y la tarjeta del robot por medio del software de control. Administrador de SDRAM que consta de un bloque de control de memoria que permite enviar comandos para escribir y leer datos de 32 bits en forma paralela y se encarga de comunicarse con los datos que manda el administrador Wi-Fi enviados por la computadora. Decodificador de señales que procesa las señales de los encoders de los motores que controlan los ejes del motor. Los encoders incrementales de cuadratura determinan la posición actual en cada eje, para interpretar las señales A y B de los encoders, que están desfasadas 90°, al firmware se le agregaron bloques para decodificar dichas señales, donde se lleva a cabo el conteo de los pulsos de los encoders para poder determinar la posición actual de cada eje y mediante dichos conteos se puede determinar el sentido de giro de cada motor. En las señales A y B se encuentra codificada la información correspondiente al avance y su dirección, a partir de ese valor cualquier cambio que haga el encoder genera un cambio en las combinaciones lógicas de la señal y según el cambio que se genere se puede saber si el giro del motor es en sentido horario o en sentido antihorario. El firmware genera la señal de PWM y controla la velocidad de los motores. Se puede recalcar que el funcionamiento general del sistema estudiado se basa en la manipulación por

parte del usuario a través de una interfaz de LabView donde es posible visualizar y modificar los parámetros del sistema, como lo son las posiciones deseadas para los motores y las ganancias de ajuste de los controles usados en cada eje del mecanismo.

Metodología

Con la finalidad de obtener señales lo más limpias posibles en los sistemas mecatrónicos, se utilizan diferentes tipos de acondicionamiento de dichas señales, uno de estos son el filtrado definiéndose como la eliminación de frecuencias que se presentan en los sistemas como ruido no deseable. Existen diferentes tipos de filtros dependiendo de la frecuencia que se desea eliminar. Los filtros digitales se diseñan dentro del sistema embebido de tal manera que se obtienen las señales ya sin ruido permitiendo obtener mejora en la lectura de los datos, se ha comprobado que su aplicación ayuda a disminuir los errores en las respuestas de los sistemas controlados. Para lograr tener las señales limpias se corrige el efecto de muestreo en la posición, implementado un filtro tipo Bessel dentro del microprocesador, después se elimina el error de cuantificación en la velocidad por medio del método MT, implementado en el firmware del sistema embebido. Con esta metodología las señales que obtenemos del movimiento del robot son lo más limpias posibles.

Filtro digital

Para poder obtener los valores reales se debe aplicar un filtro que elimine la repetición de espectros que se genera al digitalizar una señal, este proceso se realiza con frecuencia de forma externa empleando un filtro analógico, pero si requerimos los datos reales en procesos internos del FPGA se requiere emplear un filtro digital. La frecuencia sobre la cual se debe desarrollar el filtro Bessel es con una frecuencia de corte de 20Hz. Este filtro está instrumentado dentro del microprocesador y tiene la siguiente estructura:

$$H(s) = \frac{1}{(1 + 0.07071s + 0.0025s^2)} \quad (8)$$

La función de transferencia de la ecuación 8 ha sido transformada a tiempo discreto tal como se muestra en [5]. Posteriormente se obtiene una ecuación en función del muestreo de la señal y después haciendo uso del lenguaje D se instrumenta directamente en el sistema embebido.

Corrección de error de cuantificación empelando el método MT

La estimación de la velocidad es realizada con diversos métodos como la resta de la posición actual menos la anterior dividida entre el tiempo de muestreo: $\dot{x}_i \approx (x_i - x_{i-1})/h$. Este método es conocido como M y se considera que el tiempo de muestreo h es fijo. Sin embargo, debido a que el encoder cuantifica la posición, este método no estima adecuadamente la velocidad. En la Figura 3 se observa una señal de posición que ha sido cuantificada. Utilizando el método M, se observa que la velocidad obtenida consiste un tren de impulsos de distinta amplitud, tal y como se muestra en la Figura 3. El método MT reportado en [6] considera el tiempo que transcurre entre cada cambio de valor en la señal de posición. De este modo, se obtiene una señal estimada de velocidad que no contiene los impulsos de la Figura 3. El módulo de firmware instrumentado en el FPGA para estimar la velocidad con este método consiste en, un detector de flancos de la señal de posición del encoder, un contador y un detector de signo para la velocidad: el contador determina el tiempo transcurrido entre cada cambio del encoder y el signo determina el sentido de la velocidad. La señal del contador es enviada al procesador embebido en el FPGA para implementar el método MT.

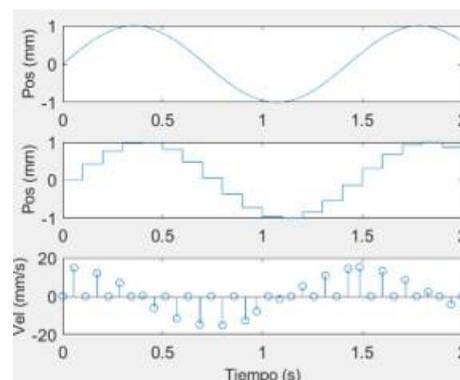


Figura 3. Estimación de velocidad con el método M.

Control de posición y velocidad.

Es necesario mencionar que entre los controles existentes más usados y que son capaces de llenar los requerimientos necesarios para su uso de manera industrial el más conocido es el algoritmo de control PD clásico y algunas de sus variaciones, el cual constituye una buena base para el diseño y mejora de un modelo de control adecuado. Una diferencia fundamental entre un control de posición y un control de trayectoria o de movimiento, es que este último incluye la dinámica completa del robot manipulador en la estructura matemática del controlador, es decir, se basa en el modelo dinámico del robot. Es por esto, que el diseño y realización de uno de estos controladores es mucho más complejo y es por esto también por lo que la nueva ley de control adquiere una exactitud, desempeño y robustez que dependen del grado de precisión con que se conozcan los parámetros dinámicos que se involucran en la descripción matemática del modelo dinámico del robot. Es importante notar, que mientras del control de posición depende de la posición del motor (encoder), la propuesta de los términos de fricción depende de la velocidad lineal de la mesa de trabajo, por lo que se controla la posición final del tornillo embalado (la cual se da en mm) que permitirá tener la posición y velocidad de la mesa de trabajo y basar el control de posición en dicha información, con lo que el torque inyectado en el sistema será una función que depende de la posición y velocidad de dicha variable. Por este motivo el control que se tiene implementado se basa en la posición deseada de la mesa de trabajo, dada en mm, para lo cual el programa y el firmware del robot realizan la conversión entre la posición del motor y la posición de la parte final, por lo que es posible adoptar dicha propuesta de control. Con esto, nuestra función de torque propuesto para el control de posición a implementar quedaría como:

$$\tau_i = K_{pi}(q_{di} - q_i) + K_{vi}(\dot{q}_{di} - \dot{q}_i) + J_i\ddot{q}_{di} + \tau_{cfi} \quad (9)$$

$$\tau_{cfi} = \frac{1}{2}([1 + \text{signo}(\dot{q}_{di})][k_{pi}\tanh(\lambda_i\dot{q}_{di}) + b_{pi}\dot{q}_{di}] - [\text{signo}(\dot{q}_{di}) - 1][k_{ni}\tanh(\lambda_i\dot{q}_{di}) + b_{ni}\dot{q}_{di}]) \quad (10)$$

donde τ_i es el torque de control, K_{pi} y K_v son las ganancias proporcional y derivativa, q_{di} es la posición deseada, J_i es el momento total de inercia, k_{pi} y k_{ni} son los coeficientes de la fricción de Coulomb, b_{pi} y b_{ni} son los coeficientes de fricción viscosa, λ_i es el coeficiente de acondicionamiento de la fricción de Coulomb: el subíndice n de negativo y p de positivo de los coeficientes k_{pi} , k_{ni} , b_{pi} y b_{ni} indican el sentido de la velocidad donde son usados. Con esto, se tiene que el torque total que se provee por medio del funcionamiento del PWM está regulado por las compensaciones de fricción correspondientes a la función de fricción de coulomb, la función correspondiente a la fricción viscosa de la mesa de trabajo. La estabilidad de estas leyes de control se demuestra que son asintóticamente estables [7].

Resultados

A continuación en la Figura 4 se encuentran los resultados de la simulación del modelo dinámico obtenido con la metodología de parámetros agrupados correspondientes a el valor de la posición y la velocidad, realizando un movimiento senoidal de con amplitud de 45 mm con centro en 90mm: Se ha comparado las señales experimentales con las de simulación. Podemos observar que hay en la posición un 97% de coincidencia entre la simulación y los datos obtenidos experimentalmente y en la velocidad se obtuvo un 98%.

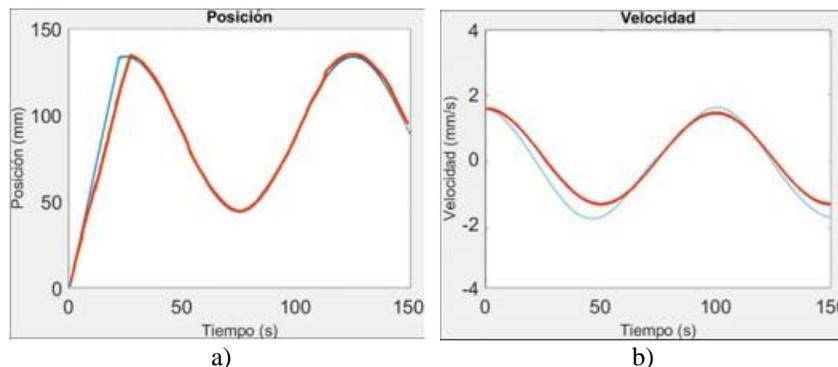


Figura 4.-a) Posición experimental (roja), posición simulación (azul) y b) Velocidad experimental (roja), Velocidad de simulación (Azul)

En la Figura 5 se compara la posición sin el proceso de filtrado y la posición con el filtro implementado, se puede observar en los recuadros deformaciones causadas por el efecto de muestreo, con la implementación en el

sistema embebido del filtro tipo Bessel dentro del microprocesador se limpia la señal como se observa en la Figura 5-b:

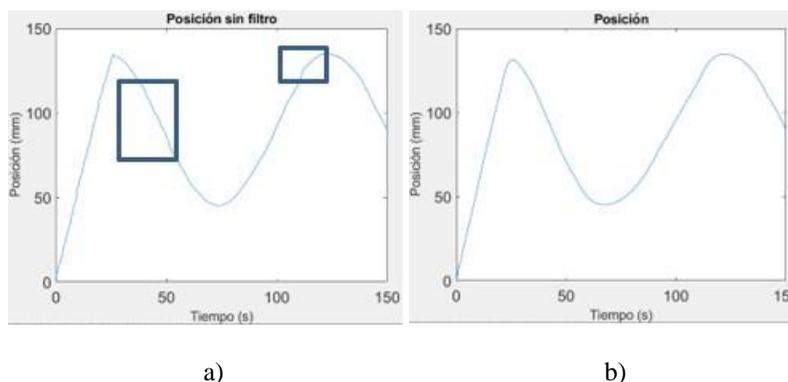


Figura 5.- Posición obtenida: a) Posición sin filtrado, b) Posición con proceso de filtrado.

En la figura 6 se compara la velocidad obtenida sin el método MT, en donde se observa el efecto de la información obtenida con el encoder del sistema con la generada aplicando la metodología propuesta, es decir con el método MT instrumentado en el microprocesador, se puede ver una clara diferencia entre el resultado de ambas gráficas, teniendo una señal al final limpia.

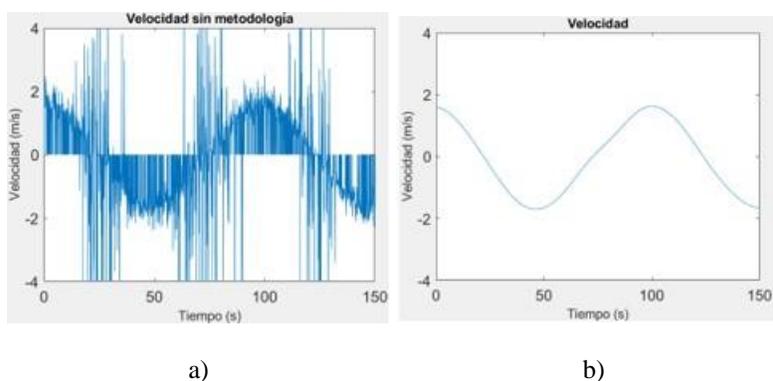


Figura 6.- Velocidad obtenida: a) velocidad obtenida sin método MT ni proceso de filtrado, b) velocidad obtenida tras aplicar método MT y filtrado.

Conclusiones

Los resultados de las simulaciones del modelo dinámico obtenido con la metodología de parámetros agrupados realizando la simulación en Simulink de Matlab, y los resultados experimentales presentaron una correlación del 97% en la posición y un 98% en la velocidad, de acuerdo con la masa que tienen que mover estos dos ejes se considera una buena aproximación. Al instrumentar dentro del sistema embebido el filtro tipo Bessel para poder suavizar la señal que se obtiene de la posición tiene un buen desempeño ya que se elimina satisfactoriamente el efecto de muestreo obteniendo una señal mucho más limpia. La implementación en firmware del método MT para eliminar los errores de cuantificación cuando obtenemos la velocidad a partir de la posición del robot fue muy satisfactoria pues se logró tener una señal de la velocidad limpia y con esto tener una mejor respuesta.

Referencias

1. B. Fabien. Analytical System Dynamics: Modeling and Simulation. Springer US, 2008.
2. Vargas-Trevino, M.A., Lopez-Gomez, J., et al., "A mechatronic approach for ball screw drive system: modeling, control, and validation on an FPGA based architecture", Int. J. Adv. Manuf. Technol., vol. 104, pp. 2329- 2346, Jul 2019.
3. G. Zepeda Arce, "Diseño de un microprocesador de arquitectura RISC de 32 bits", tesis de maestría, Maestría en Ciencias de la Electrónica opción Automatización, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, 2017.
4. D. M. Gonzalez Arriaga, M.A.D. Vargas Treviño, S. Vergara Limon "Lenguaje D" Programas de computacion, Registro Publico del Derecho de Autor, numero de registro: 03-2021-120110454200-01, 2021
5. Manual de usuario, "DE0-CV User Manual". [En línea]. Disponible en: https://www2.pcs.usp.br/~labdig/material/DE0_CV_User_Manual.pdf. [Accedido: octubre 2021].

6. Se-Han Lee & Jae-Bok Song. (2001); "Acceleration Estimator for Low-Velocity and Low-Acceleration Regions Based on Encoder Position Data", IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS, VOL. 6, NO. 1.
7. R. Kelly, V. Santibáñez, *Control de Movimiento de Robots Manipuladores*, Madrid: Pearson Education, 2003.

Evaluación del Sistema Institucional de Selección de Aspirantes

M.C. Martha Alvarado Arellano ¹, Dr. Carlos García Franchini ²,
Dra. María Patricia Torrijos Muñoz ³ y Dr. José Víctor Flores Flores ⁴

Resumen—La calidad del proceso educativo institucional comienza desde el proceso de selección de los aspirantes, por lo que contar con un instrumento de selección confiable resulta primordial. En la institución muestra, lanzado el instrumento de selección se realizó un análisis estadístico para observar su comportamiento con respecto al formato del instrumento.

En el presente trabajo, se describe estadísticamente dicho comportamiento: en la selección de opciones considerando que distractores y respuesta correcta se ordenan aleatoriamente, en los tiempos promedio empleados en cada reactivo, reactivos omitidos y su relación con la dificultad. Desde ahí, se trata de predecir si el estudiante ante un examen de opción múltiple está actuando conscientemente con respecto al tema o solamente está realizando selecciones azarosas. Con la información obtenida, se busca mejorar el proceso de selección y diseñar estrategias que permitan desde el ingreso, propiciar la calidad del aprendizaje de los futuros egresados.

Palabras clave—calidad, selección, aspirantes, examen.

Introducción

Enuncia Torres (2019) que las características del perfil de ingreso de los estudiantes plantean la necesidad de generar estrategias de intervención para disminuir la deserción que pudiera existir y cita a Ysunza y Mora, en cuanto que el nuevo ingreso al sistema universitario es un proceso progresivo que consiste en identificar, asimilar y seguir las pautas de comportamiento propias de las prácticas escolares en la educación superior, si bien parece ser sentido común, las prácticas de selección institucionales varían dependiendo del entorno social, político, económico de la comunidad en que la institución se encuentra inmersa; pero sobre todo de las propias decisiones institucionales relacionadas con la calidad, la no discriminación (Dhawan, 2022; Pineda, 2022; Piepenburg, 2021), el prestigio institucional (Cremonini, 2007; Rider, 2021) y la propia naturaleza del instrumento en cuanto a los objetivos de predicción o selección que el mismo determina.

En este último aspecto, adicionales a los exámenes (Sánchez, 2020), otros elementos como entrevistas, pruebas psicológicas, antecedentes académicos, actividades extracurriculares, exámenes por instancias externas a la universidad, suelen ser aplicados. En términos generales, continuando con Sánchez afirma que los exámenes de admisión a la educación superior son evaluaciones sumativas de alto impacto para los aspirantes, por lo que requieren evidencia de validez para que las inferencias que se hagan de los resultados sean apropiadas, y por otro lado citado a la AERA (*American Educational Research Association*) señala que el proceso de selección debe incluir una serie de principios y características dentro de las que destaca el reporte del examen y el de la parte técnica del mismo.

Por otro lado, el proceso de selección debe cubrir los objetivos señalados por la propia institución, muchos de los cuales emanan de las políticas públicas o de los compromisos con la acreditación o el campo de trabajo para el futuro egresado, es por ello que muchas instituciones aplican evaluaciones externas como las del CENEVAL en México con el correspondiente costo unitario de su implementación, mientras en otro terreno se encuentran las instituciones públicas que por motivos presupuestales y del margen de maniobra que les permite su condición local al respecto del cupo total permitido en contraste con el escaso margen de rechazo con respecto a la posible demanda atendida. Entre los extremos de este espectro de selección, se encuentra la institución muestra, cuya ubicación y denominación será puesta en secrecía, para la cual las políticas públicas recargan el discurso gubernamental de que todo egresado de bachillerato, tiene el derecho de ingresar a la educación superior sin discriminación de ningún tipo, lo cual implica que sin menoscabo del bachillerato que haya estudiado puede aspirar al ingreso de la carrera que deseé, para lo cual la institución debe de seleccionar a los mejores aspirantes solamente acotando su número contra el cupo de los lugares que la oferta semestral determine para la comunidad. Aún así bajo esta premisa, la selección cubre su objetivo de permitir elegir a los mejores prospectos y establecer acciones positivas para auxiliar a los que no alcancen cupo y reservarles un lugar en procesos subsecuentes. Por tal motivo una institución pública es la muestra, y en ella

¹ M.C. Martha Alvarado Arellano. Profesora de Ciencias Básicas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla, México. martha.alvarado@puebla.tecnm.mx (autor correspondiente)

² Dr. Carlos García Franchini. Profesor de Ciencias Básicas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla, México. carlos.garcia@puebla.tecnm.mx

³ Dra. María Patricia Torrijos Muñoz. Profesora de Ciencias Básicas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla, México. patricia.torrijos@puebla.tecnm.mx

⁴ Dr. José Víctor Flores Flores. Profesor de Ciencias Económico-administrativas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla, México. josevictor.flores@puebla.tecnm.mx

se evalúa el comportamiento de los egresados de manera exploratoria, para observar y describir su comportamiento ante la novedad de que se aplica un examen de selección en la que el número de reactivos que presenta el alumno no es fijo y en el que ambos: reactivos y opciones de respuesta son aleatorios. Por ello el estudio es no experimental, descriptivo y cuantitativo, y corresponde con un censo aplicado sobre el total de la cohorte que presentó el examen de selección durante la pandemia, pero que proviene del modelo presencial pre-pandémico en 2020.

Antecedentes

Una de los elementos principales de un proceso de selección es la confianza que el mismo debe dar a la comunidad que se somete al mismo y a la institución que emite los resultados de la aplicación, y es en este orden de ideas en donde señala Trejos (2021) que el punto de partida son las necesidades y problemas de la sociedad en su conjunto. Si bien es cierto, las propias carreras desde sus estudios de factibilidad son aprobadas debido a que son pertinentes y el examen de selección se orienta a alinear los intereses estudiantiles con dicha pertinencia, de ahí que son los perfiles de egreso existentes (Bazan, 2002) y sobre todo el análisis de habilidades científicas y profesionales para las que se debe considerar que el aspirante cubre los prerrequisitos de inicio ya que éstas comprenden manejo de procedimientos, técnicas, algoritmos, diversos elementos de deducción y verificación de hipótesis, así como estrategias de razonamiento analógico y sobre todo el dominio del lenguaje y de la comprensión de la lecto-escritura.

Por otro lado, se señala (Sánchez, 2020) que la confiabilidad y validez del instrumento deben ser justificadas, para contar con un elemento explicativo que permita la búsqueda e implantación de acciones que permitan mitigar el impacto de los resultados negativos en los aspirantes, sus familias y la propia comunidad institucional, sugerencia que sin duda se pretende cumplir con las propuestas de evaluación de las instituciones, sin embargo a partir de que la validez y la confiabilidad sean justificadas estadísticamente, más interrogantes surgen desde la propia estrategia de evaluación. ¿Cuál es el comportamiento de los sustentantes ante la estructura del instrumento? ¿Realizan las acciones que prevén los algoritmos, infieren las respuestas o simplemente seleccionan al azar en pruebas objetivas de opción múltiple?

Este último conjunto de interrogantes al igual que muchos de los tópicos sobre los cuáles se pueden realizar descripciones fundamentadas en el análisis estadístico de los resultados del proceso de selección, se responde con la enumeración y segmentación de características sociodemográficas (Guzmán, 2011), las debidas a la masificación de la educación (Van't Land, 2021) e incluso académicas de los aceptados por el proceso, o más aún, sobre la inferencia-conclusión de comportamiento de los sustentantes, o muchos otros aspectos estadísticos descriptivos o inferenciales como los descritos por Trejos (2021), o bien los relacionados con la teoría clásica de la medición en exámenes (Salazar, 2015; Oviedo, 2005).

Descripción del Método y resultados

El sistema de evaluación al ingreso de la institución muestra fue renovado totalmente para el proceso de selección del semestre agosto-diciembre de 2020 y los datos generados se hicieron disponibles para su análisis y valoración del sistema durante 2021. Las características del nuevo sistema e instrumento de evaluación se aplican a los aspirantes de todas las carreras por medio virtual y se compone de un conjunto de reactivos centrados en dos competencias básicas de inicio: Competencias matemáticas y Competencias de dominio de la lengua.

El instrumento cuenta con 376 reactivos, de los cuales 244 corresponde al área de matemáticas, 113 al área de dominio de la lengua y 20 al enfoque administrativo. De los 376 reactivos de matemáticas, 42 son exclusivos para los aspirantes de ingeniería y 202 están disponibles para ambas áreas: ingeniería y ciencias económico-administrativas. Los 113 reactivos del dominio de la lengua se aplican a ambas áreas, y los 20 reactivos de enfoque administrativo están disponibles exclusivamente para aspirantes a ciencias económico-administrativas, y de ser necesario se pueden aplicar a los aspirantes de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial y son considerados como parte del dominio de la lengua, para propósitos de análisis.

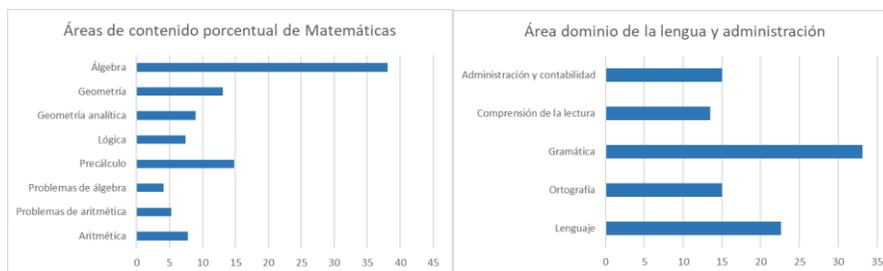


Figura 1. Contenido porcentual de competencias matemáticas y de dominio de la lengua.

La figura 1 se muestra la distribución de reactivos por área, en la que es importante considerar que los temas de problemas son enunciados contextuales que consideran aplicaciones cotidianas, por lo que se amplía la suma en aritmética a 32 y en álgebra 103, equivalentes a 13.1% y 42.2%. Los porcentajes se consideran adecuados dado que son las áreas más importantes del dominio de prerrequisitos para la licenciatura.

Proceso de aplicación en línea

La aplicación del instrumento para el alumno se aplica en un proceso continuo de 3 horas, para el caso de ingeniería 2 horas dedicadas a competencias matemáticas y una a competencias de la lengua, mientras para el área económico-administrativa, es a la inversa, 1 hora dedicadas a competencias matemáticas y dos a competencias de la lengua, dentro de la cual se considera el área de administración y contabilidad.

Para cada alumno y de manera aleatoria el total de los reactivos se reordena para generar una secuencia de reactivos diferente, así durante el proceso de selección se emiten, en el sistema computacional, uno a uno los reactivos siguiendo cada secuencia en particular, hasta cubrir el tiempo programado (no está limitado el número de reactivos que se dispone al alumno, aunque la cota real es el total de los reactivos del instrumento), mientras a la vez dentro de cada reactivo las cuatro opciones de respuesta son ordenadas al azar, de tal forma que la probabilidad de que dos alumnos tengan el mismo examen en el proceso de evaluación es prácticamente nula.

Por tanto, para cada alumno cada reactivo del banco presenta uno de 4 posibles estados (estatus) al concluir la aplicación del examen:

- a. Correcta: el aspirante seleccionó la opción correcta de respuesta.
- b. Incorrecta: el aspirante seleccionó una opción diferente a la establecida como correcta.
- c. Omitida: el estudiante no eligió ninguna de las opciones planteadas, omitió responder el cuestionamiento.
- d. No mostrada: al estudiante no se le desplegó el reactivo, ya que se agotó el tiempo de la aplicación.

Se decidió que el indicador emitido para la selección es el número total de reactivos resueltos correctamente durante el tiempo programado, de tal forma que los números de ficha de los sustentantes son ordenados bajo este indicador de mayor a menor y segmentados de acuerdo con la carrera elegida por el aspirante y bajo dicho orden se realiza la selección de acuerdo con las políticas de ingreso emitidas por la institución.

Metodología de Evaluación del instrumento

La evaluación del instrumento y sistema de evaluación se realiza con el total de datos de toda la población que presentó el examen de selección, por lo que no corresponde a un muestreo y los indicadores obtenidos resultan ser poblacionales. Una primera parte corresponde con el análisis descriptivo de los datos obtenidos, dentro de lo cual se trata de observar el comportamiento global y elegir esquemáticamente los posibles puntos de análisis que deben de hacerse más específicos sobre los datos, la segunda parte recomendada y más específica es el análisis de indicadores por reactivo.

Análisis descriptivo

El tamaño de la población fue de 2296 aspirantes, de los cuales 2136 corresponde al área de ingeniería y 160 al área de económico-administrativas, lo que corresponde al análisis de 848,109 registros con 8 campos cada uno:

- Ficha aspirante. Código numérico asignado a cada aspirante.
- Reactivo. Código numérico secuencial asignado a cada reactivo.
- Área. Competencias Matemáticas o de la lengua.
- Carrera. Uso del reactivo: Ingeniería, administración o ambas.
- Respuesta. Opción elegida por el estudiante como respuesta (A, B, C, D).
- Estatus. Correcta, incorrecta, omitida, no mostrada.
- Tiempo de inicio. Fecha y hora en que se muestra el reactivo.
- Tiempo final. Fecha y hora en que se cierra el reactivo.

Cuando un reactivo se despliega en el examen para un aspirante, este obtiene la categoría de Visto y se marca el tiempo de reloj, luego el estatus se fijará como Correcto o Incorrecto o bien como Omitido si el alumno lo pasa sin hacer una selección de opción.

La figura 2a, muestra la distribución de frecuencias del número de reactivos vistos, cuya media es 112 reactivos desplegados, con una desviación estándar de 176.5. En la misma figura se muestra la clase modal (74,86] con moda 280, es claramente visible que el histograma tiene sesgo a la derecha, es decir la mayor cantidad de alumnos en una clase vio alrededor de 82 reactivos. En la misma figura 2a, se observa la gran extensión de la cola que comienza en la clase (242,242] que se pueden considerar casos anómalos y posiblemente impliquen selección de respuesta al azar.

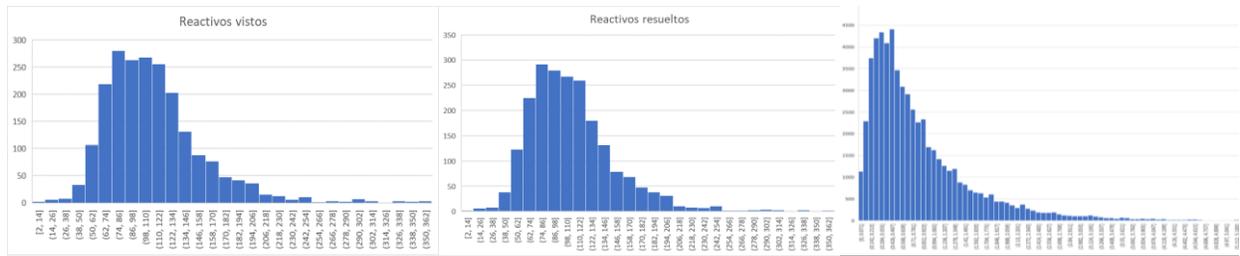


Figura 2. Histograma de frecuencias de: (2a) reactivos vistos, (2b) reactivos resueltos (2c) Tiempo por reactivo.

El comportamiento del número de reactivos resueltos correcta o incorrectamente por el aspirante se muestra en el histograma de la figura 2b, se tiene que los reactivos resueltos tienen media 109.4 y desviación estándar 176.5, siendo éste un mejor estadístico que los reactivos simplemente vistos, sin embargo, el número de reactivos vistos y los resueltos es muy similar (112 a 109 respectivamente), por lo que su diferencia no es significativa. En el histograma de la figura 2b, se muestra la clase modal (74,86] que coincide con la de los reactivos vistos, y ambos histogramas muestran el mismo tipo de sesgo, en donde a partir nuevamente de la clase (242,254] se prevén como casos anómalos.

De acuerdo con los registros de tiempo de las preguntas respondidas el tiempo promedio empleado para la respuesta fue de 56.742 segundos (0.9457 min) con una desviación estándar de 19.9 segundos, el histograma de la figura 2c muestra la distribución del tiempo empleado para la resolución de reactivos en una escala 1:4, es decir el valor modal 4412×4 se da en la clase [0.426,0.497] e indica que aproximadamente 17,648 reactivos*alumno fueron resueltos entre 0.426 y 0.497 minutos.

La variable estadística más importante está asociada con el número de reactivos resueltos correctamente por el aspirante, ya que este número es el que una vez ordenado de mayor a menor, identifica cuales aspirantes son seleccionados para su ingreso a la carrera elegida, de acuerdo con las políticas institucionales de atención a la demanda. El histograma de distribución de frecuencias del número de reactivos resueltos correctamente se presenta en la figura 3, la clase modal corresponde a la limitada entre 57 y 64 reactivos correctos, con una media de 65 reactivos y desviación estándar 98, el histograma nuevamente presenta sesgo a la derecha en la que se detectó el máximo número logrado de 197, siendo posiblemente un caso anómalo o bien excepcional.

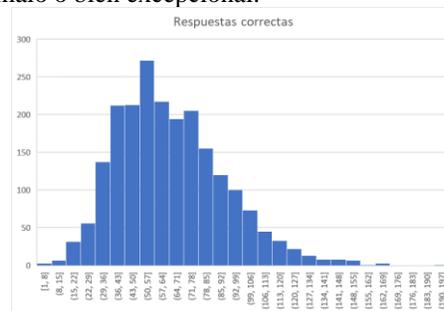


Figura 3. Histograma de frecuencias del número de reactivos resueltos correctamente.

Relaciones entre los datos obtenidos

La relación entre los reactivos omitidos por los aspirantes y el total de los Vistos genera la recta de regresión $y=0.0505x-2.9911$ y el coeficiente de correlación $r^2=0.0577$, este último nos indica la baja probabilidad de que los datos estén correlacionados, por lo que podemos interpretar que existe una alta probabilidad de que los alumnos una vez que se le presenta un reactivo, tienda a elegir una respuesta. Esta conclusión se fortalece ya que, en la distribución de la cantidad de reactivos omitidos, la clase modal se limita a [0,2.5] que corresponde al 69% de los aspirantes que, de acuerdo con la recta de regresión de cada 100 reactivos vistos apenas 5 son omitidos por los sustentantes. Destacan dos casos anómalos de aspirantes con cerca de 350 reactivos vistos, de los cuales uno omitió cerca de 300 y otro más de 200, localizados junto con aquellos aspirantes que vieron más de 300 y no omitieron ninguno, es decir, hay indicios de que alrededor de 20 estudiantes (9 de cada 1000) respondían totalmente al azar y posiblemente solo dos los vieron casi todos, pero seleccionaban posiblemente los más fáciles. Desde la óptica opuesta, existe una importante correlación entre el número de reactivos visto y los resueltos, con un coeficiente de correlación del 95.59%, el coeficiente 1.0067 de la recta de correlación $y=1.0067x+1.9386$, indica que prácticamente cada reactivo visto, tiene una respuesta seleccionada por el aspirante (de cada 10067 reactivos vistos, 10000 se resuelven), así el número de omisiones no es una variable que afecte esencialmente la calificación de los estudiantes.

En el diagrama de dispersión de la figura 4a, de manera más débil, se muestra la correlación entre el número de reactivos vistos y los realizados de manera correcta, los datos permiten calcular una media de 59.18% de reactivos correctos y desviación estándar de 2.75% respecto de los reactivos vistos. La recta de regresión débilmente predice que de cada 130 reactivos vistos 100 son resueltos correctamente, esto es 77%. La dispersión muestra que la eficiencia mejora cuando son vistos menos de 200 reactivos por los sustentantes. Esta discrepancia entre la media y lo previsto por la correlación, nos indica que no depende del azar, que los alumnos lograron resultados debido a los conocimientos mostrados, en contraste con la correlación vistos vs resueltos. En esta dispersión son claramente visibles los casos anómalos cercanos a la línea de 350 vistos, en donde resaltan los extremos con 197/355 y 23/345 aciertos, por arriba de 250 vistos existe alta probabilidad de selección azarosa de la opción de respuesta.

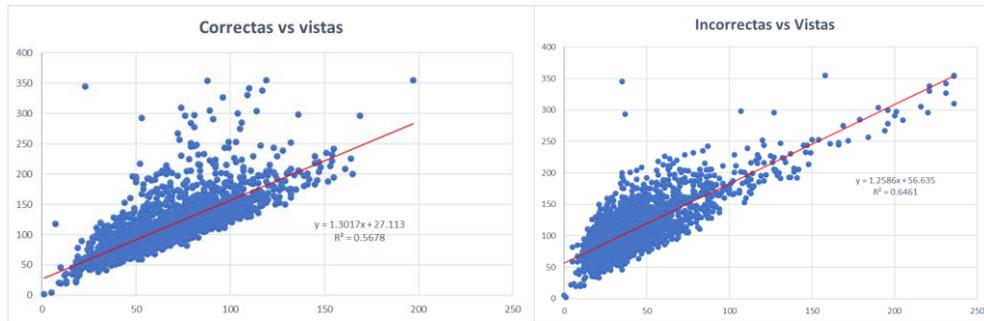


Figura 4. Diagrama de dispersión y recta de regresión de reactivos (4a) correctos y (4b) incorrectos.

De manera complementaria a los aciertos, se muestra la dispersión de datos de reactivos incorrectos contra los reactivos vistos, con una regresión mejor que la mostrada respecto de los aciertos, es decir sí existe una correlación al 64.61% entre los reactivos mal resueltos y los reactivos vistos. La figura 4b muestra dicho diagrama de dispersión en el que se observa que estudiantes que vieron a lo más 200 reactivos en gran medida obtuvieron menos de 100 aciertos, ver más reactivos a dicha cantidad no les aportó en gran medida a su calificación, lo que explica por qué el tiempo de desarrolló resultó en menos de 1 minuto por reactivo. De acuerdo con la recta de regresión de cada 125 reactivos vistos, 100 fueron incorrectos, es decir cerca del 80%. Destaca el coeficiente 56.635 para la misma recta que indica que la gran mayoría de los sustentantes tuvieron al menos 56 reactivos incorrectos. Nuevamente son visibles los casos anómalos, que predicen selecciones de opción al azar en los reactivos con alto número de respuestas incorrectas, por arriba de 250 reactivos vistos, con la excepción de los casos de los puntos de respuestas incorrectas 35/345 y 37/293 a la izquierda que se pueden considerar excepcionales. Los diagramas de dispersión de los Porcentajes de reactivos correctos y de los incorrectos versus los reactivos resueltos respectivamente, no aportan información, en ambos casos $r^2=0.0336$ predice la falta de correlación, y a su vez fortalecen los valores medios calculados previamente.

Análisis de la selección de las opciones elegidas como respuesta

Como ya se indicó, cada reactivo de opción múltiple presenta cuatro opciones de respuesta, mismas que fueron etiquetadas A-B-C-D desde el diseño, y que en el momento de la aplicación del reactivo fueron sorteadas y mostradas al azar.

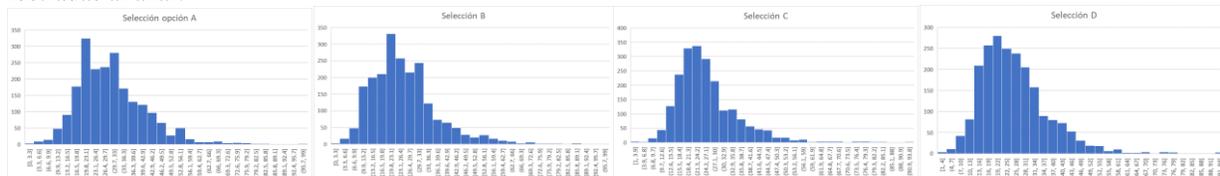


Figura 5. Histograma de selección de la opción A, B, C y D.

En los histogramas de la figura 5 se muestran las selecciones hechas por los alumnos, considerando el orden original del diseño, respectivamente para las opciones A a la D, en los cuatro histogramas se observa sesgo similar, es decir debido a la aleatoriedad con que se presentaron las opciones el número de selecciones por la misma opción en los exámenes fue muy similar. Se observa que el porcentaje medio del número de elecciones por opción dentro de cada examen es muy similar, hecho atribuible a la aleatoriedad en que se presentaban las opciones (coeficientes de correlación muy bajos ratificaron esta interpretación y no aportan información adicional), lo cual establece que fueron equi-elegibles, lo cual de manera muy general evalúa que las opciones presentadas representaban respuestas plausibles o bien que los estudiantes elegían aleatoriamente la respuesta, incluida la posiblemente correcta. Destaca de la clase

modal que el número de reactivos resueltos obtenidos sumando las marcas de clase corresponde a 83 reactivos, en general se tiene que la media% y desviación% para cada opción fue A(27.87,13.66), B(23.63,11.27), C(24.31,12.89) y D(24.13,12.04), lo cual refuerza la similaridad encontrada en los histogramas.

Conclusiones

La valoración estadística descriptiva del modelo de evaluación para aspirantes con motivo de selección muestra un proceso robusto, ya que permite ordenar fácilmente a los estudiantes respecto de su logro sin la limitante de empates y falta de discriminación que generan instrumentos de número fijo de reactivos. Así el tiempo total de aplicación se vuelve una variable de decisión dinámica, de acuerdo con los criterios establecidos administrativamente siguiendo la recomendación empleada en esta aplicación de un reactivo de lenguas por dos de matemáticas en el caso de aspirantes de Ingeniería e invertida en el caso de administración, esto es dos reactivos de lenguas por cada uno de matemáticas. Lo cual explica porque la similaridad de número de reactivos correctos en los aspirantes de ambas áreas, considerando que éste es el peso de las competencias de cada área, pero de igual forma puede ser una variable dinámica.

La aleatoriedad de los reactivos propuestos a cada estudiante, tiene la ventaja de que prácticamente cada estudiante presenta un examen diferente y éste tiene la oportunidad de incluso después de ver un reactivo omitirlo, sin embargo la variable de reactivos omitidos no es importante porque los datos muestran que los estudiantes en más del 95% de los casos no hacen omisiones, aunque es probable que en este tipo de reactivos que quisiera omitir, prefiere hacer una selección aleatoria de la opción de respuesta.

Un punto crítico en exámenes con reactivos de opción múltiple es la posibilidad de que el aspirante decida avanzar con una mayor cantidad de reactivos, respondiendo al azar, lo cual se muestra en aquellos casos en que el estudiante ve casi todos los reactivos, pero se ve obligado a responder al azar en la mayoría de ellos, variable que no se presenta muy empleada, posiblemente 20 estudiantes de cada mil, sin embargo debido a la presentación aleatoria de las opciones de respuesta, el valor esperado de calificación corresponderá al 25% de los reactivos vistos (87 aciertos) que implicaría en ambas áreas que el estudiante estuviera dentro del cuartil de los mejores estudiantes, por ello en el análisis se han marcado los casos anómalos que implican tiempo de respuesta muy bajo, hecho que se puede verificar de manera relativamente fácil en la base de datos original y eliminarlos de ser necesario, antes de emitir la lista de aceptados. Hasta este punto, no parece necesario incrementar el número de reactivos del instrumento y se recomienda aplicar el proceso señalado desde el diseño original.

Referencias

- Bazán, A. y García, I. "Relación estructural de indicadores de ingreso y permanencia, y el dominio de habilidades metodológico-conceptuales en cuatro grupos de estudiantes de educación", *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (México), Vol. XXXII, núm. 2, 2º trimestre, 2002, pp. 105-122. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27032205>.
- Cremonini, L., Westerheijden, D. y Enders, J. "Disseminating the right information to the right audience: cultural determinants in the use (and misuse) of rankings", *Revista Higher Education*, Springer, 2008. <https://doi.org/10.1007/s10734-007-9062-8>.
- Dhawan, N.B., Belluigi, D.Z. y Idahosa, G.E., I. "There is a hell and heaven difference among faculties who are from quota and those who are non-quota": under the veneer of the "New Middle Class" production of Indian public universities", *Revista Higher Education*, Springer, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00932-7>.
- Guzmán, C., y Serrano, O. V. "Las puertas del ingreso a la educación superior: el caso del concurso de selección a la licenciatura de la UNAM", *Revista de la Educación Superior*, Vol. XL (1), No. 157, enero - marzo de 2011, pp. 31-53.
- Oviedo, H., y Campos-Arias, A. "Metodología de investigación y lectura crítica de estudios. Aproximación al uso del Coeficiente alfa de Cronbach", *Revista Colombiana de Psiquiatría*, Vol. XXIV, No. 4, 2005, pp. 572-580.
- Piepenburg, J. y Fervers, L. "Do students need more information to leave the beaten paths? The impact of a counseling intervention on high school students' choice of major", *Revista Higher Education* (2022) 84:321-341, Springer. <https://doi.org/10.1007/s10734-021-00770-z>.
- Pineda, P. y Mishra, S. "The semantics of diversity in higher education: differences between the Global North and Global South", *Revista Higher Education*, Springer, 3 de mayo 2022. <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00870-4>.
- Rider, S., Peters, M., Hyvönen, M., y Besley, T. "World Class Universities A Contested Concept", *Evaluating Education: Normative Systems and Institutional Practices*, Springer, 2021. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-7598-3>.
- Salazar, O. F., Velez, C.M. y Zuleta, J.J. "Evaluación de conocimientos con exámenes de selección múltiple: ¿tres o cuatro opciones de respuesta? Experiencia con el examen de admisión a posgrados médico-quirúrgicos en la Universidad de Antioquia", *Revista IATREIA* Vol 28(3), julio-septiembre 2015, 13(2), 300-311.
- Sánchez, M., García, M., Martínez, A. y Buzo, E. "El Examen de Ingreso a la Universidad Nacional Autónoma de México: Evidencias de Validez de una Prueba de Alto Impacto y Gran Escala", *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 2020, 13(2), 107-128. <https://doi.org/10.15366/rie2020.13.2.006>.
- Trejos, O. I., Muñoz, L. E. y Solarte, G. R. "Aplicación del modelo 4Q para seleccionar aspirantes a Ingeniería de Sistemas a partir del perfil profesional y ocupacional", *Revista Entre Ciencia e Ingeniería*, Vol. 15, no. 29, enero-junio de 2021, páginas 37-45. DOI: <https://doi.org/10.31908/19098367.1703>.
- Torres, A., Acuña, J., Acevedo, G. y Villanueva, J. "Caracterización del perfil de ingreso a la universidad. Consideraciones para la toma de decisiones", *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo*, Vol. 9, No. 18, enero-junio de 2019, DOI: 10.23913/riede.v9i18.435.
- Van't Land, H., Corcoran, A., y Lancu, D-C. "The Promise of Higher Education", *Evaluating Education: Normative Systems*, Springer, 2021. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-67245-4>.

Tecnología Educativa para la Simulación de Actividades Empresariales a través del Software de Administración Marketplace: Estrategias para la Innovación

Mtro. Salvador Andrade Ortiz¹, Marisol Fuentes Segoviano²,
Pedro Arturo Orduña Domínguez³, Hector Eduardo Samuel Ramírez Gasca⁴ y Janeth Anahi Reyes Almaguer⁵

Resumen—En este artículo se presentan los resultados diagnósticos y resultados obtenidos posteriores al uso de una tecnología educativa para la simulación de actividades empresariales a través de un software brindado por la Empresa Marketplace, que fue utilizada por alumnos y alumnas por medio de la asignatura “Juego de Simulación Empresarial”. Dichos alumnos son de las licenciaturas en Administración Agropecuaria y Economía Industrial de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México. Así mismo, se expone una breve discusión acerca de la efectividad de dicha tecnología educativa con el fin de incorporar nuevos recursos didácticos en el ambiente híbrido del alumnado.

Palabras clave—innovación, administración, software educativo, simulador

Introducción

La presente investigación surge a partir de la necesidad de estudiar, analizar y sugerir nuevas estrategias de enseñanza que hagan frente a la educación post pandemia y que fomenten la planeación, comunicación y la toma de decisiones por parte del alumnado.

La pandemia marcó un antes y después en el mundo educativo moderno. Ante esta nueva realidad mundial generada por las consecuencias del COVID-19, la educación se ha visto en la necesidad de ajustarse a un nuevo escenario formativo. Las escuelas han quedado vacías y las casas se han convertido no solo en los espacios en donde se aprenden valores, va más allá, se han convertido en los nuevos escenarios de aprendizaje formal (Junior et al, 2020). De manera que la percepción educativa cambió, también lo deben hacer las maneras de enseñanza-aprendizaje en pro de que los alumnos se adapten y puedan avanzar, en este contexto se deben incorporar las TIC's a este proceso para realizar las modificaciones pertinentes y ocasionar cambios en este paradigma educativo. Por ese motivo, una estrategia de enseñanza acompañada con el uso de TIC's fue realizado por los alumnos/as inscritos en la asignatura “Juego de Simulación Empresarial” por medio del software de administración “Marketplace: Estrategias para la innovación”, en el que se formaron 4 equipos, integrados por alumnos de la licenciatura de Administración Agropecuaria y Economía Industrial de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM. Cada equipo formado tuvo la tarea de moldear y desarrollar una empresa de bicicletas, en el que se generó una competencia constante con los otros tres equipos por abarcar la mayor parte de mercado posible, desarrollar marcas y productos y satisfacer las necesidades requeridas por los clientes.

Descripción del Método

Educación post pandemia.

Las entidades educativas del Estado de Guanajuato, así como del país entero han estado enfrentándose a las secuelas sociales que dejó la pandemia por COVID-19. Primero, tuvieron que enfrentarse a los problemas de la educación en línea ya que según "la UNESCO el 24.84% de los alumnos de educación pública no tuvieron acceso a Internet y se les complicó el continuar con sus clases y el 78.6% reportó dificultades para seguir con su educación en

¹ Mtro. Salvador Andrade Ortiz es Profesor - Investigador de la Licenciatura en Administración Agropecuaria en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM. sandrade.unam@gmail.com

² Marisol Fuentes Segoviano es estudiante de la Licenciatura en Administración Agropecuaria en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM. fmarisol381@gmail.com

³ Pedro Arturo Orduña Domínguez es estudiante de la licenciatura en Administración Agropecuaria en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM. pedroaod10@gmail.com

⁴ Hector Eduardo Samuel Ramirez Gasca es estudiante de la licenciatura en Administración Agropecuaria en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM. samuelramgasca@gmail.com

⁵ Janeth Anahi Reyes Almaguer es estudiante de la licenciatura en Administración Agropecuaria en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM. janethreyes0066@gmail.com

casa” (Milenio, 2021) por lo que las escuelas y colegios tuvieron que implementar medidas para contrarrestar dichas cifras.

Pero, ahora con la modalidad híbrida que implica la presencia en el aula, los retos cambian ya que los alumnos ahora tienen que realizar actividades acompañados de la tecnología, ya sea tabletas, iPads, smartphones o laptops. Para los alumnos de la ENES León-UNAM no fue la excepción puesto que “los alumnos recibieron apoyos de la UNAM y del gobierno del estado de Guanajuato, recibiendo 459 laptops, 22 módems con conectividad y 87 tabletas electrónicas.” (UNAM, 2022, pág.52). Es por ello que surgió esta iniciativa de usar tecnología educativa como estrategia innovadora en este marco educativo híbrido.

Uso de un software educativo como estrategia de enseñanza post pandemia

Se implementó en la ENES León-UNAM en colaboración con la empresa Marketplace, un software educativo para la toma de decisiones mediante la simulación de una empresa de bicicletas evaluando distintos indicadores, entre los que se encuentra el financiero, el de manufactura, el de Recursos Humanos, el de competencia y mercado, etc con el fin de lograr un aprendizaje más marcado en los alumnos, aun cuando las clases fueron impartidas de manera virtual.

El simulador de Marketplace utiliza dos metodologías de enseñanza: 1) Aprendizaje basado en proyectos y 2) Aprendizaje basado en problemas (Marketplace Simulations, 2020). Durante el uso de este se tendrá el proyecto de generar una empresa de bicicletas que sea rentable, pero a la vez solucionando cada uno de los problemas que se presenten, esto por medio de la comunicación, toma de decisiones, pensamiento crítico y estratégico que tienen los integrantes de cada equipo formado.

El software está enfocado en el desarrollo de una empresa de bicicletas, en la cual existen tres segmentos de mercado, que son: segmento **Recreación**; es el segmento más grande, busca un poco de ejercicio y diversión, segmento **Montaña**; quiere andar por todas partes, es un todo terreno. La utilizan para aventuras, ejercicio y deporte, ama el desafío de ir por terreno difícil, segmento **Velocidad**; busca que sea muy ligera, rápida y aerodinámica, para ir por la carretera haciendo ejercicio o compitiendo como un deporte. (Marketplace Simulations, 2020). Cada equipo elige el segmento prioritario al que se quiere enfocar según sus intereses y/o ideales. Elegir el segmento al que se van a dirigir es la primera decisión clave que tienen que tomar, pues de aquí parten otras decisiones como los puntos de venta, publicidad, cantidad de fuerza de ventas, precio, diseño de marca, etc.

Implementación del software en el aula.

Mediante la asignatura “Juego de Simulación Empresarial” impartida por el catedrático e investigador Salvador Andrade Ortiz se decidió impartir este simulador, siempre asesorados por el Mtro Gustavo Sánchez Peralta quien es Director General de Marketplace Simulation. Antes de empezar el simulador, se aplicó un examen diagnóstico para saber en qué situación llegaban los alumnos; se muestran los resultados a continuación:

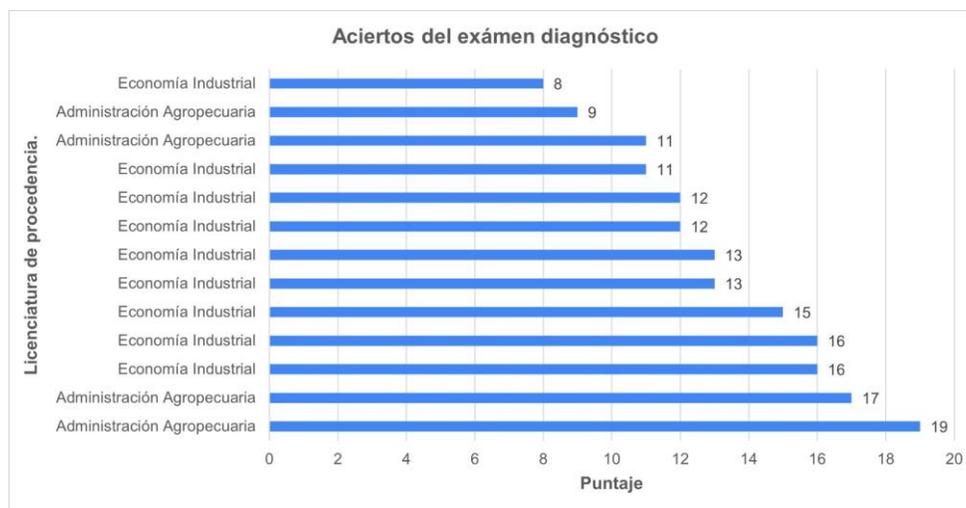


Figura 1: Resultados del examen diagnóstico

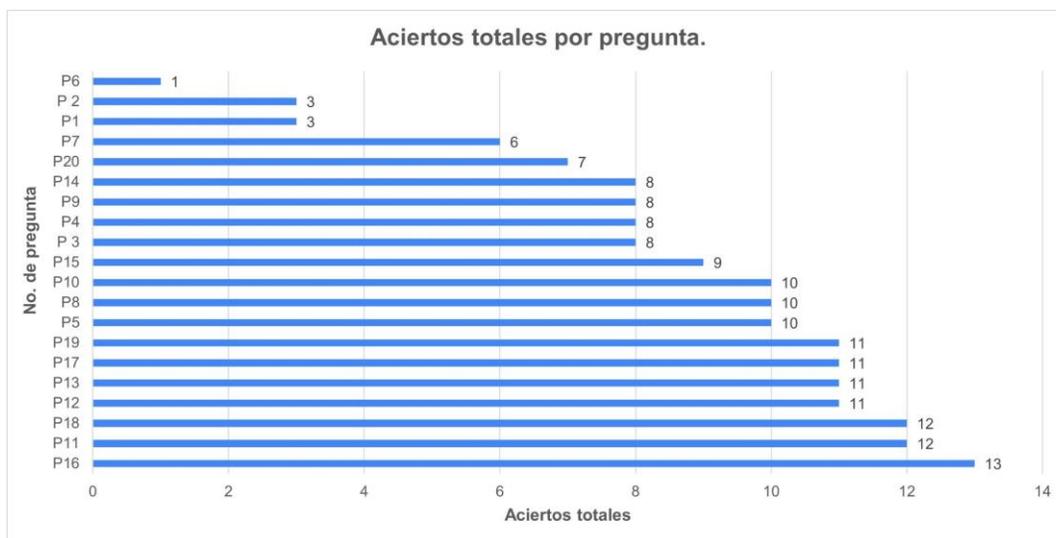


Figura 2: Aciertos totales por pregunta

El diagnóstico consistió en 20 preguntas, las cuales todas eran de opción múltiple y fueron basadas en seleccionar el significado correcto del concepto cuestionado. Los conceptos preguntados eran: capacidad fija, capacidad operativa, demanda, flujo de caja, 5P 's, Estado de Resultados, misión de una empresa, investigación de mercado, recursos financieros, benchmarking, balance general, certificado de depósito, entre otras.

Cada una de las preguntas fueron basadas en los conceptos y actividades usadas en el área de manufactura, canal de ventas, gestión de marca, mercadeo, recursos humanos, contabilidad y finanzas.

De acuerdo con la Figura 2, se observa que la pregunta N°16 del cuestionario fue la que obtuvo 13 aciertos de 13 alumnos que lo respondieron, y a continuación le siguen la pregunta N° 11 y 18 con 12 aciertos y la pregunta N° 12 con 11 aciertos. Las preguntas mencionadas anteriormente pueden ser visualizadas en el apéndice.

Este diagnóstico ayudó a reconocer los puntos débiles que los alumnos tenían sobre ciertos temas. El tema más notorio ya que fue el que mostró baja puntuación fueron aquellas preguntas basadas en el área de Manufactura, en las cuales se preguntaron conceptos como capacidad operativa y capacidad fija.

Metodología del uso del software

Una vez realizado el diagnóstico se puso en marcha la formación de cuatro equipos para el uso del simulador proporcionado por la empresa Marketplace. Se crearon entonces, BikeMex, Bike-Tech, Vehentem y Golden Bike y cada equipo fue moldeando su propia empresa de bicicletas. En ellas, cada integrante tuvo que asumir un puesto, ya sea el de Chief Executive Officer (C.E.O), Chief Financial Officer (C.F.O), Chief Marketing Officer (C.M.O), Chief Operating Officer (C.O.O) y Vice President (VP).

Una vez asignadas las responsabilidades, se elegía el nombre de la empresa, misión y logotipo y terminado eso se priorizaron los segmentos de mercado en el que competirían, ya fuera Recreación, Montaña y/o Velocidad. para más adelante empezar a producir las marcas de bicicletas que deseaban sacar al punto de venta elegido, en conjunto con los diseños de marca y la publicidad.

El simulador se dividía en seis trimestres, en el que en cada uno de ellos se tomaron diversas decisiones en temas de marketing, recursos humanos, manufactura, contabilidad, finanzas y segmentación de mercado. Cada trimestre duraba tres semanas, las cuales eran el tiempo destinado para reunirse en equipo y tomar las decisiones pertinentes. Al término del trimestre se reflejaban los resultados de cada uno de los equipos bajo una métrica llamada "Cuadro de Mando Integral", el cual evaluó la rentabilidad de las empresas y otra llamada "Cuadro de Mando Integral Acumulado" para saber las ponderaciones sumadas trimestre con trimestre.

Resultados posteriores al uso del software

Una vez que terminó el 6to semestre del simulador, los alumnos observaron su desempeño acumulado y pudieron analizar su estatus general y su comportamiento a lo largo del simulador. Además, se aplicó el mismo cuestionario con el fin de evaluar los resultados y revisar si hubo mejora y si fue útil para enriquecer el aprendizaje del alumnado. A continuación se muestran los resultados:

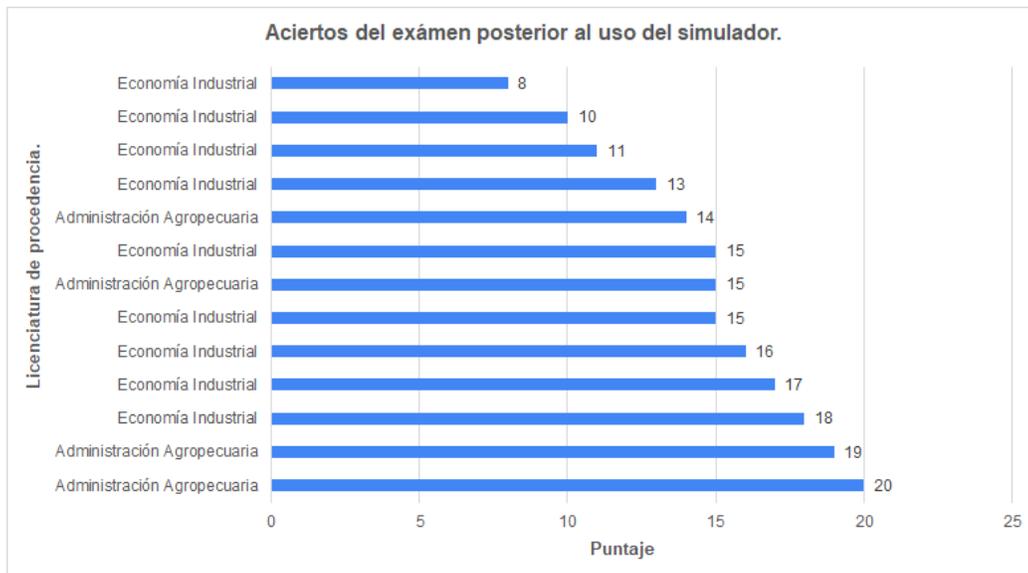


Figura 3: Aciertos del examen al final del curso

En base a la Figura 3 y Figura 1, se observa un crecimiento en el número de aciertos ya que anteriormente ningún alumno obtuvo 20 aciertos y ahora sí. Incluso, hubo alumnos que sacaron 19 y 18 aciertos, aunque un alumno volvió a obtener 8 de 20 aciertos. En la figura 4 se puede mostrar los resultados que obtuvieron los alumnos en el segundo y último diagnóstico, que fue realizado una vez terminado el simulador.

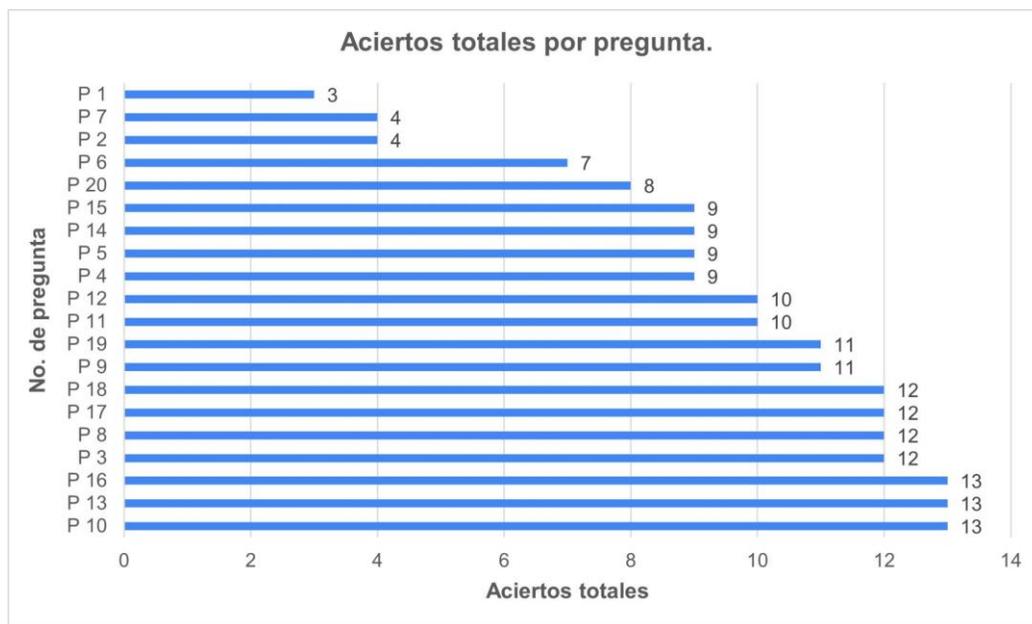


Figura 4: Aciertos totales

Lo que se pudo destacar, tomando como comparativa la figura 2, fue que las preguntas con menos aciertos disminuyeron y que las preguntas con mayores aciertos aumentaron.

Un claro ejemplo, fue que la pregunta N° 16 fue la única en que los 13 alumnos acertaron en el primer diagnóstico, y ahora, en el segundo diagnóstico no solo fue la pregunta N° 16 con esa cantidad de aciertos, sino

también la pregunta N° 13 y 10, y le siguen con 12 aciertos las preguntas N° 3, 8, 17 y 18, en las cuales también hubo mayor cantidad de personas que acertaron a la respuesta de cada una de las preguntas antes mencionadas.

Por otro lado, y con base en la figura 4, la pregunta con menos aciertos fue la N°1 con solo 3 aciertos de 13 alumnos que respondieron el examen. A pesar de eso, se vio un avance pues en la figura 2 se observa que la pregunta N° 6 solo contó con un acierto, y esta vez, no hubo ninguna pregunta que contará con menos de 3 aciertos.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

En este trabajo de investigación se estudió el impacto en el aprendizaje de los alumnos de la ENES León-UNAM mediante el uso de un simulador como estrategia innovadora de enseñanza. Los resultados arrojan que solo el 61% de los estudiantes después de utilizar el software brindado por la Empresa Marketplace en la asignatura “Juego de Simulación Empresarial” comprendieron los conceptos básicos. Esto se obtuvo del análisis y comparación de los resultados de los dos cuestionarios aplicados al alumnado en una etapa inicial y final del uso del curso. De los 13 estudiantes diagnosticados solo 8 acertaron mayor cantidad de aciertos en su segunda aplicación, siendo “¿Para qué sirve establecer la misión para una empresa?”, “Para poder diseñar un buen producto ¿Qué debemos buscar?”, “¿Para qué sirve contratar horas extras?” las 3 preguntas con mayor cantidad de respuestas acertadas.

Conclusiones

Los resultados demuestran que hubo un impacto significativo en el aprendizaje del alumnado puesto a que las cifras de los exámenes aplicados aumentaron al final. Es quizá necesario realizar una investigación más a fondo acerca de las preguntas en las que acertaron más los alumnos y en las que más se equivocaron para entender el porqué ciertos temas les fueron más fáciles de comprender que otros. Se consiguió que el alumnado generará intereses y calidad a través de la competencia generada por el simulador.

El uso de un simulador en el aula y como una TIC´s logra un reforzamiento en el aprendizaje de los alumnos. Además, arroja datos cualitativos y cuantitativos que permite un análisis de datos confiable, preciso, accesible, medible y en tiempo real que pueden ser usados para investigación. Sería interesante analizar los resultados individualmente para analizar el aprendizaje adquirido por alumno y a su vez saber si hubo mayor certeza de los conocimientos adquiridos por estos

Se puede afirmar que existen nuevos métodos e instrumentos funcionales para hacerle frente al cambio en la educación generado por la pandemia por COVID-19. Desarrollar herramientas de este tipo permiten seguir innovando y mejorando en el área educativa y en este caso, de las ciencias económico-administrativas.

Recomendaciones

Las personas interesadas en continuar nuestra investigación podrían centrarse en el impacto positivo que provoca el hecho de seguir estudiando y poniendo a prueba a los alumnos por medio de este tipo de recursos tecnológicos que les ayuden a desarrollar una variedad de habilidades prácticas y efectivas que les genere una experiencia útil para el día de mañana en el que formen parte del mundo laboral.

Así también fomentar el uso de simuladores de negocios que permitirán el desarrollo de habilidades primordiales en el área de los negocios y sea un plus para los usuarios en torno a la maximización y calidad en sus áreas de trabajo.

Agradecimientos

Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE300122: Tecnología educativa para la simulación de actividades empresariales a través del software de administración Marketplace: Estrategias para la innovación

Referencias

2022. Plan de Desarrollo Institucional 2021-2025 de la ENES León-UNAM. UNAM. Consultado el 7 de diciembre de 2022. Direccion de Internet: <https://drive.google.com/file/d/1ztiJfyuHpcFwdy58Geid3JlcWG7ujS3p/view>

Alfaro Y. (2021). *Por falta de internet, 1 de cada 4 alumnos no tiene acceso a la educación a distancia*. Revista Milenio. Consultado el 7 de diciembre de 2022. Direccion de Internet: <https://www.milenio.com/negocios/mexico-25-alumnos-acceso-educacion-distancia>

Hurtado Talavera, F. J. (2020). *La educación en tiempos de pandemia: los desafíos de la escuela del siglo XXI*. Revista arbitrada del centro de investigación y estudios gerenciales, 44, 176-187.

Marketplace Simulation. (2020). *Introduction to Business and Strategy Bikes*

Notas Biográficas

El **Mtro. Salvador Andrade Ortiz** es profesor-investigador de Tiempo Completo Titular A Definitivo de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó una maestría trilateral en administración de negocios en las universidades de Western Kentucky, en Estados Unidos de América, de Moncton en Canadá y la Universidad Autónoma de Querétaro en México.

Marisol Fuentes Segoviano es estudiante de la Licenciatura en Administración Agropecuaria en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM.

Pedro Arturo Orduña Domínguez es estudiante de la Licenciatura en Administración Agropecuaria en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM.

Hector Eduardo Samuel Ramirez Gasca es estudiante de la Licenciatura en Administración Agropecuaria en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM.

Janeth Anahi Reyes Almaguer es estudiante de la Licenciatura en Administración Agropecuaria en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM.

Apéndice

Cuestionario utilizado en la investigación

1. ¿La capacidad fija se representa por?
2. Entendemos capacidad operativa por:
3. ¿Cómo se refleja la demanda en una empresa?
4. De los siguientes elementos señala el que refiere a flujo de caja:
5. ¿Qué podemos medir con el concepto de marca en una empresa?
6. ¿Qué es el cuadro de mando integral?
7. ¿Cuáles son las 5 P's de una empresa?
8. ¿Cuál es la función del Departamento de Recursos Humanos?
9. ¿Que documenta un estado de resultados proforma?
10. ¿Para qué sirve establecer la misión para una empresa?
11. ¿Qué proporciona la investigación de mercado?
12. ¿Cuál es el fin de gestionar los recursos financieros con cuidado?
13. Para poder diseñar un buen producto, ¿qué debemos buscar?
14. ¿Cuál es la base del éxito en una empresa?
15. ¿A qué nos ayuda el Benchmarking?
16. ¿Para qué sirve contratar horas extras?
17. ¿Para qué sirve tener un buen texto publicitario?
18. ¿Para qué sirve el balance general en una empresa?
19. ¿Para qué sirve la publicidad en una empresa?
20. ¿Para qué sirve el certificado de depósito?

Propuesta de Desarrollo de Bastón Inteligente mediante una Aplicación Móvil Utilizando la Tecnología Beacon

Mildred Ollin Ángeles Domínguez¹, José Eduardo Bernal Hernandez²,
Ing. Sandra Magali García García³ y Dr. María Eugenia Ruano Mendoza³

Resumen- Se pretende desarrollar un bastón inteligente mediante una aplicación móvil en Android utilizando los dispositivos beacons, con la finalidad que permita detectar el entorno de las personas con discapacidad visual y así poder evitar ciertos obstáculos con la ayuda de la tecnología actual.

Por esta razón la importancia de desarrollar un bastón inteligente que podrá ser de gran ayuda para este sector de la población y así poder beneficiarlos, al evitar accidentes y permitirles trasladarse con mayor facilidad.

También se planea aprovechar el potencial de los beacons implementándolo al bastón, de esta manera poder avisarles a los transeúntes por medio del bluetooth que una persona con discapacidad visual está cerca para que tengan cuidado y si es necesario poder auxiliarla, a su vez se buscan tecnologías que puedan sustituir los beacons como lo sería la red WI-FI e implementar la opción de carga mediante NFC.

Palabras clave— Discapacidad, Aplicación Móvil, Android, Beacon, Bastón Inteligente, Bluetooth,WI-FI,NFC.

Introducción

Estudios del INEGI. (2 de febrero de 2021), muestran que en México el rubro de discapacidad es de 20 millones 838 mil 108 personas, una cifra que representa el 16.5% de la población de México, de las cuales, las personas que cuentan con discapacidad visual son de 12 millones 727 mil 653 personas, esta cifra representa un 61.0% de la cantidad total de personas discapacitadas en México.

Actualmente la tecnología y el uso de dispositivos ha incrementado en todo el mundo haciendo una fusión de dispositivos móviles, hardware e Inteligencia Artificial, entre otros.

El dispositivo Beacon es un modelo basado en el Internet de las Cosas (IoT), una arquitectura de datos en la nube que ayuda a recolectar datos de los dispositivos que son vinculados, según la entrevista aplicada a (Hans, V. 2016) CEO de Ericsson rescatada del portal web de la revista "muyinteresante.es" dice que las repercusiones serán muy considerables ya que "si una persona se conecta a la red, le cambia la vida. Pero si todas las cosas y objetos se conectan, es el mundo el que cambia.

Internet de las Cosas está aquí, a nuestro alrededor, se ha hecho visible con la incorporación de los teléfonos inteligentes (smartphones) a nuestra vida diaria. Internet de las Cosas tiene que ver sobre todo con sensores, estos diminutos dispositivos capaces de detectar todo lo que ocurre a nuestro alrededor, y con Internet. La nueva generación de hardware móvil viene repleta de sensores: movimiento, ubicación, velocidad, humedad, luz ambiental, audio, imagen, etc., etc. Con un smartphone podemos medir nuestro pulso cardíaco, reconocer imágenes, localizar objetos o personas, medir condiciones ambientales, saber cuánto hemos corrido, controlar todos los electrodomésticos del hogar y mil cosas más. También se están incorporando sensores en ropa y accesorios como las gafas.

Descripción del Método

Usuario

La propuesta de uso del bastón inteligente es la siguiente, se divide en dos casos de acuerdo con las necesidades más relevantes las cuales son: Cruzar la avenida y Orientación la zona braille en el metro de la Ciudad de México, las cuales se describen a continuación.

Carga del bastón

La carga del bastón sería mediante la red NFC, como las personas con discapacidad visual no podrían conectar con facilidad el bastón, sería beneficioso poder recargar la batería sin tener que conectarla, solo acercándolo al dispositivo que emite el campo magnético se recargará el bastón.

Activar el botón de encendido del bastón

El botón se encuentra en la parte de arriba del bastón, la cercanía ayuda a activar con un solo toque se activa el bastón lo cual será muy fácil para las personas con esta discapacidad.

Conexión por medio de la aplicación móvil:

La propuesta de la aplicación pretende ser accesible y tenga confort para las personas por ello la primera vez que está en la aplicación llenara unos formularios (teclado, comando de voz) lo cual nos dará cierta información del usuario ; en el caso que este usuario llene los formularios por comando de voz; esté partir de esa conexión se conectara automáticamente; en el caso que el usuario llene los formularios por teclado; la conexión no se hará automáticamente; cabe mencionar que la conexión depende del usuario y sus necesidades de discapacidad

En el momento que se conecte el bastón al dispositivo se encenderá el beacon y al oprimir algún botón se enviará la notificación.

Tomar un autobús:

El primer botón se encargará de mandar un mensaje cuando el usuario desee tomar el transporte público, dicho botón mandará el mensaje a las personas que se encuentran cerca y las personas a su alrededor les ayuden a tomar el transporte correcto.

Cruzar la avenida:

Se oprime el segundo botón el cual mandará el mensaje a las personas que se encuentran cerca y podrán brindar ayuda al usuario.

Orientación en la zona braille dentro del metro de la CDMX:

Sería la persona que desorienta dentro del metro de la CDMX, buscando el mapa de braille para leer en qué estación se encuentra y a dónde quiere llegar.

Notificar a las personas de su alrededor para que le brinden su ayuda:

Las personas que brindaran la ayuda a las personas con discapacidad deberán tener activado el bluetooth de su celular para que así les llegue la notificación y así ellos puedan ayudar a estas personas.

El bastón contendrá 3 botones, los cuales llegarán al beacon para notificar a las personas de su alrededor para solicitar ayuda,

El bastón Mapa de caso de uso

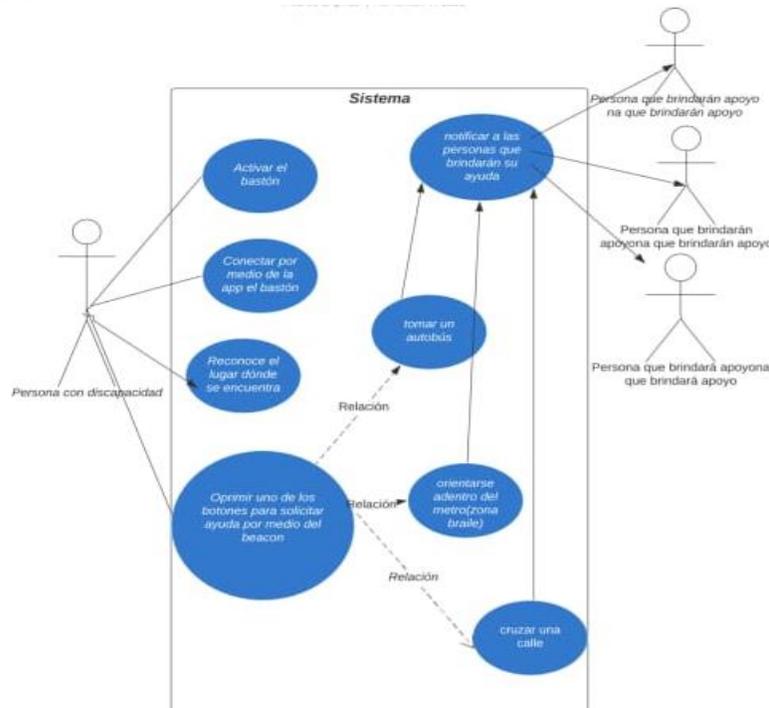


Figura 1: Caso de Uso Usuario

Persona con discapacidad

Está realizará las peticiones mediante una aplicación y sus 3 botones lo cuales son:

Aplicación Móvil.

Está enfocada para la instalación de las personas con discapacidad visual se propone un dispositivo de versión instalada mayor a lollypop hasta 11.

Tipos de Bastones

Hay diferentes tipos de bastones para las personas siegas, los cuales son de color rojo y blanco, verde y amarillo, también existen los bastones electrónicos, pero no son inteligentes.

La Federación Mundial de Sordociegos estableció el bastón rojo y negro como el símbolo que identifica a las personas con sordoceguera. No se han establecido normas estrictas sobre cómo deben ser estos bastones, aunque en España normalmente el tramo final, el más cercano al suelo, es blanco y luego se van alternando los colores rojo y blanco. Así que cuando vemos a alguien con un bastón con estos colores, ya podemos identificar que es una persona con sordoceguera y prestarle ayuda de acuerdo con sus circunstancias, y es que no es igual ser invidente que no ver ni oír.

IoT

Internet of Things que por sus siglas en inglés IoT, que traducimos como el Internet de las Cosas, la cual describe la red de objetos físicos (cosas) que incorporan sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectar e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas.

En este mundo hiperconectado, los sistemas digitales pueden grabar, supervisar y ajustar cada interacción entre las cosas conectadas. El mundo físico y el mundo digital van de la mano y cooperan entre sí. El objetivo de una red IoT es conectar la realidad y sus objetos físicos con internet y aplicaciones en la nube.

Mediante la informática de bajo coste, la nube, big data, analítica y tecnologías móviles, las cosas físicas pueden compartir y recopilar datos con una mínima intervención humana.

Es importante mencionar que los Beacon son parte de la tecnológica de Internet de las Cosas.

Dispositivos Beacon

Los beacons son pequeños dispositivos de bajo consumo que se conectan con nuestro teléfono o cualquier otro aparato tecnológico a través del Bluetooth y envían cierta información a los dispositivos que se encuentran cerca de ellos. Pueden tener entre un rango de distancia de entre 10 y 40 metros así que cuando nuestro móvil o tablet se acerca a esta zona recibe un mensaje con la información que esté beacon está programado para enviar.

No es necesario que ambos dispositivos se vinculen previamente como sí pasa con los auriculares o los relojes inteligentes, aunque sea la primera vez que pasas por esa zona recibirás el mensaje en el móvil, esto sucede porque la conexión es de un solo sentido, el beacon emite y tu móvil lo recibe.

Para que este sistema sea seguro y no transmita ningún malware, se han creado una serie de protocolos que hacen que nuestro móvil reciba un código identificador del beacon y lo consulte con un servidor, una vez se ha verificado su autenticidad, el móvil permite que el beacon se comunique con él.

Notificaciones Push

Las notificaciones push son los mensajes que se envían desde un servidor remoto hasta los dispositivos que tienen instalados la aplicación. Son inmediatas por lo que no es necesario que el usuario esté continuamente actualizando la información para recibir novedades.

El destinatario no tiene por qué estar utilizando la aplicación para que reciba una notificación de esta, cada vez que el dispositivo reciba una información nueva, avisará de ello. Esto permite que la relación entre el usuario y la propia App sea mucho más cómoda y cercana.

El uso que se le da a las notificaciones push es muy amplio y depende del objetivo y las necesidades que se tengan. Algunos ejemplos de usos que le dan las aplicaciones a este tipo de notificaciones son: para avisar de nuevos mensajes (sobre todo en las Apps de comunicación instantánea o correo electrónico), alertar de noticias de última hora (frecuente en los periódicos digitales), informar del tiempo o del tráfico que hay en la ciudad donde vive el usuario (muy propio de Google).

Carga inalámbrica mediante NFC

NFC son las siglas de Near-field communication, su significado en español es “comunicación de campo cercano”, lo que significa que podemos establecer una conexión inalámbrica entre dispositivos que se encuentran muy próximos.

A diferencia de otras tecnologías de redes inalámbricas con el NFC tendremos un alcance muy limitado. De hecho lo normal es que no funcione más allá de unos 10 o 15 centímetros. La comunicación se realiza mediante inducción y genera un campo magnético entre los dos dispositivos cuando se acercan.

Una diferencia importante frente a otras tecnologías es que no requiere licencia, ya que no va a interferir en otras comunicaciones.

Software Utilizado

Las aplicaciones nativas (Native App) son aquellas en las que se lleva a cabo específicamente un desarrollo para cada una de las plataformas. En el caso de los móviles: Android, iOS

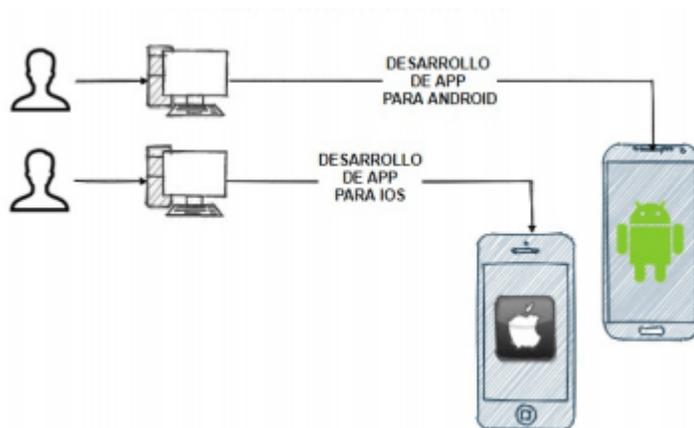


Figura 2: Software a utilizar

Resumen de Resultados

Los investigadores que deseen continuar con nuestra investigación podrían enfocarse principalmente en investigar otras alternativas a esta propuesta, ya que no hay tantos antecedentes en esta investigación y la información sobre proyectos similares es muy escasa, por lo cual se busca que allá mejoras de este mismo, se recomienda una investigación de los sistemas operativos ya que han salido nuevas versiones de Android y por lo regular cada 6 meses van actualizando los sistemas, por lo mismo la aplicación puede que falle o marque errores y no permita que la aplicación funcione correctamente, de este modo es esencial tener la información actualizada, como también se trabaja con el internet de las cosas no debería centrarse en los dispositivos beacons, puede que existan otras soluciones o alternativas de esta tecnología, pudiendo ser una alternativa la red Wi-Fi.

Conclusiones

Ya que a las personas con discapacidad visual les resulta muy complicado el poder trasladarse de un sitio a otro y que la sociedad no es consciente en muchas ocasiones o no se percatan de que hay personas que necesitan ayuda cerca de ellos, por tal motivo, el buscar una manera de implementar esta tecnología a una herramienta de mucha utilidad como lo es el bastón nos pareció que resolvería los problemas antes mencionados, así poder lograr que dichas personas puedan moverse por las calles de manera más sencilla y sin tantas complicaciones, como también que en caso de necesitar ayuda puedan pedirla más fácilmente y que el mensaje no solo le llegue a una persona, si no que le llegue a más personas y con esto que puedan brindarles ayuda.

Referencias

- Carrillo, M. (7 de octubre de 2021). *El Dictamen*. Obtenido de <https://www.eldictamen.mx/nacional/en-mexico-millones-de-personas-con-discapacidad-visual/>
- División de Educación General del Ministerio de Educación de Chile. (diciembre de 2007). *Guía de apoyo técnico-pedagógico: necesidades educativas especiales en el nivel de educación parvularia*. Obtenido de <https://especial.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/31/2016/08/GuiaVisual.pdf>
- INEGI. (2 de febrero de 2021). *DIS-CAPACIDAD*. Obtenido de <https://dis-capacidad.com/2021/01/30/censo-2020-16-5-de-la-poblacion-en-mexico-son-personas-con-discapacidad/>

ONCE. (9 de diciembre de 2013). *discapacidad visual*. Obtenido de <https://www.once.es/dejanos-ayudarte/la-discapacidad-visual>
Oracle. (2021). *¿Qué es Internet of Things (IoT)?* Obtenido de <https://www.oracle.com/mx/internet-of-things/what-is-iot/>
Hans, V. (2016). Muy interesante. Obtenido de Muy interesante: www.muyinteresante.es
Romero, M. S. (24 de 08 de 2019). compute hoy. Obtenido de <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/que-es-beacon-477901>
Websa100. (s.f.). SEOptimizer. Obtenido de <https://www.seoptimizer.com/es/blog/notificaciones-push-que-son-por-que-usarlas/>
redeszone.(17 de abril de 2022).Qué es NFC, usos en casa y cómo usarlo con el móvil.Obtenido de <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/que-es-tecnologia-nfc/>

Design and Construction of an Experimental Filter for Sustainable Usage of Water on Tilapia's Culture

Dra. Rocío del Carmen Antonio Cruz¹, MIPA. María Berzabé Vázquez González², Dra. Nora Alicia Purata Pérez³, M. en V. Carlos Rodríguez Jiménez⁴, Dra. Noemi Méndez de los Santos⁵ y Ing. Nelson de Jesús López Acopa⁶

Summary--- Aquaculture on a global level is one of the economic activities with highest growth thanks to the ease in which it can be developed; this is why the search of methods that bring it closer to friendly state with the environment in terms of handling the water is important.

Its usage of big volumes of water is the reason for the development of this project; which looks forward for the development of an efficient filter with accessible and eco-friendly materials like the oyster shell or coco nut fiber, which will allow the reduction of the consumption of water in this activity compared to the traditional methods (water change).

The project contemplates the implementation of vertical filters with upflow to promote the remotion of the suspended solid particles in the water, product of the cultivation of Tilapia influencing the water consumption.

Key words--- aquaculture, water, filters, tilapia, environment.

Introduction

The tilapia is considered a food source of high nutritive value for humanity, this is why a lot of people affirm that fish is an ideal food source for the human being in all ages due to its easy digestion, high collagen and protein content (DINARA & INFOPECA, 2014). Due to the above fish have been a food source for the human being during many centuries, to the point of being overexploited to satisfy the food demand. In 1995 a conduct code was set in motion for fishing, being an inflection point for the fishing industry. That's why the countries with high demand of fish as a food source saw themselves in the need of substitute the source of this product, allowing aquaculture to be a viable option in the last years (FAO, 2020). Since then, the aquaculture has seen an exponential growth worldwide. Just in Mexico this activity provides the 80.52% of the production of tilapia and is cultured in the entire national territory. The state of Tabasco has the register of 599 units of aquaculture production in accordance with Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2018 (Aquaculture and Fishing Statistic Yearbook) (CONAPESCA, 2018).

Like every activity in its way to achieving an optimal development it has generated important subjects of study. A lot of them are aimed to a rational usage of water in this activity due to the fact that in order to carry out this activity it is needed high volumes of this vital liquid.

Some of this studies and technological improvements are the recirculating aquaculture systems (RAS), that broadly speaking are made up by several elements and processes. In a RAS the water circulates through a system that is made up of external, mechanical and biological filters and later, the water is oxygenated or aired constantly before it is returned to the culture containers (Amparo, 2019).

In most cases in which this systems are implemented it is observed favorable results in terms of production by cubic meter. It is worth saying that in order to obtain these results it is needed a considerable economic inversion and other aspects such as: highly qualified personal for an optimal operation of the facilities (Basualdo et al, 2012).

Another technology applied to aquaculture are the Biofloc systems which are based on the creation and development of microorganism colonies that feed on the wastes produced by the fish in the culture and the remains of the aliment generated by overfeeding, the Biofloc is the creation of a cycle in which these microorganisms feed on these generated wastes and the fish feed on the microorganisms at the same time, closing this cycle that offers advantages like the reduction of the food consumption rate that is a big importance factor economically speaking on the fish culture and the decrease of important water volumes (Amparo, 2019).

¹ Dra. Rocío del Carmen Antonio Cruz es Profesora Investigadora de Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa, Villahermosa, Tabasco. rocio.ac@villahermosa.tecnm.mx

² MIPA. María Berzabé Vázquez Gonzalez es Profesora Investigadora de Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa, Villahermosa, Tabasco. maria.vazquezg@villahermosa.tecnm.mx

³ Dra. Nora Alicia Purata Pérez es Profesora Investigadora de Bioquímica en el tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa, Villahermosa, Tabasco. nora.puratap@villahermosa.tecnm.mx

⁴ M. en V. Carlos Rodríguez Jiménez es Profesor Investigador de Ciencias de la Tierra en el Tecnológico Nacional de México campus Villahermosa, Villahermosa, Tabasco. carlos.rj@villahermosa.tecnm.mx

⁵ Dra. Noemi Méndez de los Santos es Profesora Investigadora de Ingeniería de Ciencias de la Tierra en el Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa, Villahermosa, México noemi.ms@villahermosa.tecnm.mx

⁶ Ing. Nelson de Jesús López Acopa es estudiante de la Maestría en Ingeniería del Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa, Villahermosa, Tabasco, México nelsondj964@gmail.com (autor corresponsal)

On the other hand it also shows disadvantages such as the permanent consumption of electric energy for the equipment to continue working on the aeration necessary to keep high levels of oxygen concentration in the water due to the large amount of suspended solid particles in the water, which makes this technique susceptible of having important losses if there isn't the backup machinery for the generation of electric energy, even more so that it requires more sources of carbon. Which turns into the need of new inputs for its development (Basualdo et al, 2012).

The aquaponics are the integration of fish culture with hydroponic cultivation which is a culture method that involves aqueous solutions with chemical nutrients in a mostly sterile environment, this integration of both technologies is achieved by making water from the fish culture tank go through the hydroponic system, which benefits the generated nutrients by the aquaculture activity, being absorbed by the plants on growth that provide a filtration medium for the previously generated contaminants (Amparo, 2019).

This technology offers advantages such as saving on water consumption, due to the fact that the water is filtered it eliminates the suspended particles in it, this way promoting its reutilization, on the other hand, it offers disadvantages similar to the Biofloc technology, namely, it requires the maintenance of the control of a large number of variables alongside the dependence of a constant large supply of electric energy.

Other types of studies are those developed by some Mexican researchers who proposed a recirculating tilapia culture model, with low environmental impact and high productivity, and they used medicinal plants and probiotics to prevent or correct pathologies and systems of floating plant modules and the sludge biodigestion (Ornelas et al., 2017).

Godínez in 2010 proposed the design and implementation of wastewater treatment in aquaculture systems, in a first phase: sedimentation. For which he implemented a sedimentation module that consisted of a 160-liter container, another of the same capacity as a pumping station, three 40-liter containers, and a 1/16 Hp pump. The monitoring of this system was carried out for 15 days in which data was collected, such as; temperature, pH, turbidity, oxygen and percentage of sedimentation, these results were compared with those mentioned in the Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad e Inocuidad de la Tilapia (Tilapia Production Manual with Tilapia Quality and Safety Specifications) (SAGARPA, 2010), of which only oxygen was reported within of the recommended range.

Although some of these aforementioned techniques have achieved significant advances in the sustainable use of water in aquaculture, they have focused their attention on large-scale productions with significant economic investment opportunities, leaving aside small producers trying to venture into activity at a forced march.

This does not mean that some of the technological developments generated previously cannot be taken into account in this project, but rather that they must be applied by implementing a certain level of important adaptability, since the central idea of it is to provide a new sustainable alternative in terms of water to small-scale fish farmers and scarce economic resources who see in the activity an opportunity for development, implementing the use of filtering materials of low economic cost and easy access in the region such as coconut fiber and oyster shell.

Method Description

Proposal: "Design of a Recirculation System"

The proposed water recirculation system for tilapia culture consists of a container of approximately 1 m³ of capacity in which the tilapia specimens will be introduced, a vertical container of approximately 0.20 m³ of capacity to be used as a primary settler, 2 containers of 0.20 m³ of capacity to be used as filters, where they will contain the filter material (coconut fiber and crushed oyster shell) seeking the proliferation of colonies of microorganisms for biofiltration.

Crop Density and Age

The proposed culture density is 33 tilapia specimens with an average age of 20 to 21 weeks and an average weight of 250 grams, to reach a term of 500 grams or 29 to 30 weeks of age, since it seeks to measure the efficiency of the system in the most critical stages of tilapia culture.

Obtaining the Filtering Material

Low-cost materials will be collected, such as: coconut fiber and oyster shell, which are generally waste produced in food and beverage marketing activities, trying to put these materials to practical use as filter medium in a recirculation system water.

Measurement of Filter Parameters and Crop Health

During the development of the experimentation and implementation of the recirculation system, essential data will be collected to measure the efficiency of the proposed system, such as the amount of total suspended solids,

pH, temperature, turbidity, dissolved oxygen, ammonium and nitrates. In addition, an adequate monitoring of the health of the culture, carrying out a sampling and statistical control that allows the deep analysis of the experiment.

Expected results

The proliferation of aquaculture in the world is important, which is why it is expected with the conclusion of this project to obtain favorable results in experiments that can help to reduce the environmental impact of the activity in terms of water care, being able to replicate and adapt to the different scales and developments throughout the planet. Bringing the activity closer to a state that is friendly to the environment and, most of all, to the care of water.

Conclusions

As is well known nowadays, access to fresh water is increasingly scarce throughout the planet, which is why it is important to pay attention to aquaculture due to the high volumes of water it requires, therefore offering alternatives that can help it. Approaching sustainability in terms of water would be an important achievement in that direction.

References

- Manual de Producción de Tilapia con especificaciones de Calidad e Inocuidad (SAGARPA, 2010).
Godínez-Morales, F. (2010). Tratamiento de aguas residuales en sistemas acuícolas, primera fase: sedimentación.
Basualdo-Ramírez, L. J., Jiménez-Guzmán, F., Jiménez-Saavedra, A. C., Macal Niño, F. J., Quintero-Marmol, E. A. M., Montañó-Aguilar, D. M. A., & Gutiérrez U. E. (2012). Criterios Técnicos y Económicos para la Producción Sustentable de Tilapia en México. México. Soltar impresiones.
AVDALOV NATHAN, NELSON. 2014. Beneficios del consumo de pescado. Montevideo: DINARA – INFOPECA. 30 P
Amparo Venegas, A. O. (2019). Aplicación de la tecnología de biofloc (BFT) al cultivo de Totaaba macdonaldi. Ensenada, México. CICESE. Instituto de Acuicultura del Estado de Sonora (IADC). 2016. Programa Institucional.
Ornelas-Luna, Ricardo, Aguilar-Palomino, Bernabé, Hernández-Díaz, Arnulfo, Hinojosa-Larios, José Ángel, & Godínez-Siardia, Daniel Enrique. (2017). Un enfoque sustentable al cultivo de tilapia. Acta universitaria, 27(5), 19-25. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1231>
CONAPESCA (2018). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2018.
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura- La sostenibilidad en acción, Roma.

Bibliographic notes

Dr. Rocío del Carmen Antonio Cruz. Industrial Chemical Engineer graduated from the Technological Institute of Villahermosa, she completed a Master of Science in Petroleum and Petrochemical Technology and a Doctorate of Science in Chemical Engineering at the Technological Institute of Ciudad Madero, she is a Research Professor from 2000 to the present. Dr. Antonio has published 30 extensive memoirs in national and international conferences, 25 articles in prestigious journals, three book chapters, has directed 16 master's level theses and 5 doctoral level theses. In addition, she has directed 20 research projects as manager and 10 as a collaborator, she has participated in 30 conferences and advised 50 undergraduate students in Chemical Engineering to carry out their professional residency project.

MIPA. María Berzabé Vázquez González is a Professor at the Instituto Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa, Tabasco. He completed a master's degree in Engineering and Environmental Protection at the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. She has directed theses, funded projects and as a collaborator of these, as well as publications of articles in refereed and indexed journals.

Dr. Nora Alicia Purata Pérez, is a Professor at the Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa. M. in V. Carlos Rodríguez Jiménez. Master in Valuation and Civil Engineer, full-time professor attached to the Department of Earth Sciences of the Tecnológico Nacional de México campus Villahermosa, Tabasco; He has published scientific articles in national and international magazines; PRODEP Desirable Profile. August 2017 to August 2020, October 2020 to October 2023; is a member of an academic research body. He has directed and carried out award-winning research at a national and international level and is a speaker at national and international science and engineering forums.

Dr. Noemi Mendez de los Santos. Civil Engineer, Master in Engineering and Environmental Protection obtains the degree with honorable mention by the synods and the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Doctor of Science in Ecology and Management of Tropical Systems obtaining the degree with honorable mention by the synods. She is a full-time professor at the Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa. It is a PRODEP Desirable Profile valid until 2025, she currently directs the Academic Body in Consolidation ITVIHE-CA-7. She has directed and collaborated in research financed and awarded nationally and internationally. She has been visiting professor at the Francisco de Paula Santander University in Ocaña Colombia. She has directed award-winning bachelor's and master's theses. She is a jury member and speaker at national and international events. She has publications in recognized magazines.

Eng. Nelson de Jesús López Acopa. He is a Petroleum Chemical Engineer graduated from the Popular University of Chontalpa (UPCH). Partial professor of the Earth Science area of the Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa. He is finishing the fourth semester of the Master's Degree in Engineering at the Tecnológico Nacional de México-Villahermosa Campus.

Design and Construction of an Experimental Constructed Wetland with Ecological Blocks of Stone Dust and High Density Polyethylene (HDPE)

Dra. Rocío del Carmen Antonio Cruz¹, Dra. Noemi Méndez de los Santos²,
MV. Carlos Rodríguez Jiménez³, Dr. Mario José Romellon Cerino⁴, MIPA. José Reyes Osorio⁵, Dr. Rudy Solís
Silván⁶ y Ing. María Elena Cárdenas Córdova⁷

Abstract— Wastewater treatment is usually very expensive, difficult to operate and requires large dimensions to install, in rural areas it is not feasible. Analyzing the Sustainable Development Goals (SDG) 16 (2030 agenda) that seeks to reduce pollution and reduce the percentage of untreated wastewater that is mostly discharged into bodies of water; Constructed wetland is considered a sustainable technology to treat wastewater because it is an acceptable construction, easy to operate, and good removal efficiencies. This study presents the bases to design and build artificial wetlands to be implemented in rural areas. Documentary and experimental study, consisting of; 1) literature review and selection of design equations; 2) construction: cleaning, staking, excavation, structure, distribution of plumbing input, finishes and closure, 3) planting and stabilization of vegetation, 4) run with wastewater. It is expected to obtain removal efficiencies > 60% in basic contaminants.

Keywords— Potus, rural area, affordable, HDPE, basic contaminants.

Introduction

Domestic wastewater from rural communities continues to be a source of infection for serious diseases today. In 2022, the World Health Organization (WHO) stresses that geographic, sociocultural and economic inequalities continue to exist between rural and urban areas, but also in the central parts of cities; which is reflected in less access to supply sources. In addition, they affirm that non-existent, insufficient or poorly managed water and sanitation services are key problems for human health; relating it to the transmission of diseases such as cholera, diarrhea, dysentery, hepatitis A, typhoid fever and poliomyelitis.

Conflicts and suffering are taking place worldwide as a consequence of the water crisis (Barceló et. al, 2008, p.15). More than 80% of domestic wastewater is discharged into rivers or seas without treatment, causing pollution.

In Costa Rica, the researchers Soto-Córdova et al. (2019) through a study found that 100% of rural areas discharge their gray wastewater into the surrounding rivers and that 87% of blackwater is only sent to septic tanks, they also observed contamination in surface sources as a consequence of the population increase and the discharge of wastewater without treatment.

According to the national inventory of municipal potabilization and wastewater treatment plants in operation of the National Water Commission (CONAGUA) in Mexico, 2,786 municipal wastewater treatment plants (PTAR) operate, which can only treat one flow of 144,710 l/s. By December 2020, there were 84 wastewater treatment plants in operation in Tabasco. The treatment capacity of the plants is 2966.4 l/s, but they only treat 2169.4 l/s. there is still more to be implemented, especially in rural areas.

Despite having a WWTP in Tabasco, these are not sufficient for the amount of domestic wastewater currently generated, such is the case of rural areas where the only treatment for wastewater is the septic tank, to then send it through drains to the nearest rivers; causing damage to aquatic ecosystems, limiting uses and putting human health at risk.

¹ Dra. Rocío del Carmen Antonio Cruz es Profesora Investigadora de Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México campus Villahermosa, Villahermosa, Tabasco. rocio.ac@villahermosa.tecnm.mx

² Dra. Noemi Méndez de los Santos Profesora Investigadora de Ingeniería de Ciencias de la Tierra en el Tecnológico Nacional de México campus Villahermosa, México noemi.ms@villahermosa.tecnm.mx

³ MV. Carlos Rodríguez Jiménez es Profesor Investigador de Ciencias de la Tierra en el Tecnológico Nacional de México campus Villahermosa, Villahermosa, Tabasco. carlos.rj@villahermosa.tecnm.mx

⁴ Dr. Mario José Romellon Cerino es Profesor Investigador de Ciencias de la Tierra en el Tecnológico Nacional de México campus Villahermosa, Villahermosa, Tabasco. mario.rc@villahermosa.tecnm.mx

⁵ MIPA. José Reyes Osorio es Profesor Investigador de Ciencias de la Tierra en el Tecnológico Nacional de México campus Villahermosa, Villahermosa, Tabasco. jose.reyeso@villahermosa.tecnm.mx

⁶ Dr. Rudy Solís Silván Profesor Investigador de la Academia de Ingeniería Ambiental en el Tecnológico Nacional de México campus Comalcalco, Comalcalco, Tabasco. rudy.solis@comalcalco.tecnm.mx

⁷ Ing. María Elena Cárdenas Córdova Profesora Investigadora de la Academia de Ingeniería Ambiental en el Tecnológico Nacional de México campus Comalcalco, Comalcalco, Tabasco. maria.cardenas@comalcalco.tecnm.mx (autor correspondiente)

The United Nations Organization (UN) emphasizes that it is essential to recognize, measure and express the value of water, as well as incorporate it into decision-making, to achieve sustainable and fair management of water resources and meet the SDGs of the Agenda 2030 (2021).

Therefore, it is important to implement affordable technologies for the treatment of rural wastewater that contribute to improving the discharge of these wastewaters and ensure the health of the population.

At the international level, various research works have been developed for the treatment of wastewater using affordable technologies of artificial wetlands.

In previous studies, such as that of Carvajal et al., (2018), the use of alternative technologies for the treatment of rural wastewater is proposed, highlighting artificial subsurface flow wetlands (HAFS), as one of the best, for its high efficiency in removing coliforms and its contribution to the reduction of diseases caused by this bacterium, producing positive effects on human health.

CONAGUA affirms that in Mexico an evaluation of the effectiveness of artificial wetlands has been carried out as a sustainable technology for the treatment of wastewater with high removal efficiency. But despite these investigations at the Tabasco level, there are only six artificial wetlands (CONAGUA, 2020).

Such is the case of the research by Marín Acosta et al. (2016), who in Tabasco designed and operated 12 subsurface flow tropical artificial wetlands for the treatment of domestic wastewater, finding the best removal efficiencies in the HAFS-Tule, obtaining between 81.10% and 95.44%, second to HAFS-Tule. Carrizo with efficiencies between 53% to 89%, they also ensure that the technology, due to its low cost and easy operation, turns out to be sustainable for the treatment of domestic wastewater.

In this project, artificial wetlands will be experimentally designed and built using blocks made of stone dust and recycled high-density polyethylene (HDPE) for the treatment of domestic wastewater, using as vegetation the ornamental plant Potus (*Epipremnum aureum*) that I helped with. the removal of contaminants and also gave an aesthetic value to the landscape.

Method Description

Kind of investigation

This study begins with a documentary-type investigation; through which it will be determined which is the ideal method for the design of horizontal subsurface flow wetlands (HHSS) taking into consideration the environmental conditions of the study area. Subsequently, experimental research will be carried out, applying the equations for the design, the construction of two HHSS will be carried out on a pilot scale.

Bibliographic review

To date several methods have been developed and introduced to design the constructed wetlands, an exhaustive search will be carried out in published scientific databases: Scielo, Redalyc, Google Scholar, Dialnet. Using keywords as a search strategy such as: constructed wetland design, equations for HHSS, constructed wetlands, treatment wetlands.

Study area

The experiment will be carried out at the facilities of the Tecnológico Nacional de México, Villahermosa campus (N 18° 01'19"; W 92° 34'16") in the state of Tabasco (Fig. 1).



Figure 1. Study area.

Characteristics of the experimental system

The construction will take place at the rear of the “O” building (Figure 2). Two artificial wetlands with the same dimensions will be built; The cells of the wetlands will be made of blocks made of stone dust and recycled high-density polyethylene (HDPE) and tepezil block. River gravel will be used as a filter medium. The ornamental vegetation to be tested in one of the wetlands is the Potus species (*Epipremnum aureum*); and the second with Reed (*Phragmites australis*) with which a comparison will be made regarding the removal efficiencies and adaptation of the species. Lastly, the residual water that will be used will come from the sanitary facilities of the same building and institution.



Figura 2. “O” building.

Characterization of the filter medium

Gravel purchased from Materiales Indeco, S.A de C.V., located at Blvd. Industria Nacional Mexicana 322, Indeco, 86017 Villahermosa, Tab. (N 18° 00' 15''; W 92° 54' 10''), Villahermosa, Tabasco (Figure 3).



Figura 3. Materials Indeco, S.A. de C.V.

Samples of 500 g of gravel will be taken, they will be taken to the Research laboratory of the same institution to determine density, porosity, specific weight and humidity.

Characterization of the vegetation

Pothos (*Epipremnum aureum*) vegetation will be obtained from a home garden located in town c-11, General José María Morelos y Pavón (N 18° 10' 32"; 93° 37' 32"), Cardenas, Tabasco (Fig. 4).

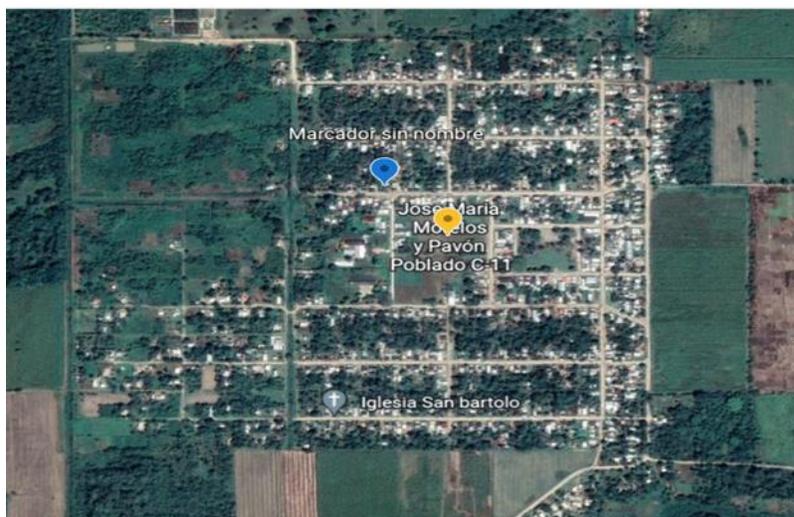


Figura 4. Pob. C-11, Cárdenas, Tabasco.

They will be recorded from the plant; the number of leaves, number of branches, height of the plant, diameter of the stem, length of the leaf, width of the leaf. This record will be made from the transplant until the plant has adapted. Then this record will be made every weekend to monitor its development.

Water characterization

Three characterizations will be made:

- 1) Drinking water: This will be used to inject the wetland initially once the plant has been planted, thus helping with the adaptation of the plant, where physical parameters such as pH, temperature, and EC will be measured.
- 2) Untreated wastewater: It is the water that will enter the wetland once the plant is stabilized. The parameters to be measured are: pH, temperature, EC, TSS, OD, Color, COD, turbidity.
- 3) Treated wastewater: It is the water that will leave the wetland once the hydraulic retention time has expired. The parameters to be measured are: pH, temperature, EC, TSS, OD, Color, COD, turbidity.

Expected results

Currently the percentage of untreated wastewater is large, especially in rural areas. With the completion of this project, it is expected to obtain favorable results in the experimentation that will allow it to be replicated in rural communities, those that are not provided with wastewater treatment and disposal services. Thus, contributing to the fulfillment of the goals for SDG 16 "water and sanitation". Likewise, improve the quality of water bodies, which will facilitate uses and reduce diseases caused by direct and indirect contact with contaminated water.

Conclusions

It is important to address the various problems that rural areas present, artificial wetlands with ornamental vegetation such as Potus (*Epipremnum aureum*) will be an alternative to attack the problem of wastewater in these areas.

References

- Barceló, D., Ayora, C., Carrera, J., Castaño, S., Folch, M., García, E., Gómez-Alday, J. J., Guasch, H., Jofre, J., Lema, J. M., López de Alda, M., Lucena, F., Moreno-Amich, R., Muñoz, I., Nieto, J. M., Omil, F., Ortiz, I., Romaní, A., Sabater, S., ... Torrens, A. (2008). continental waters. Management of water resources, treatment and quality of water. Superior Council of Scientific Investigations. Retrieved from: <https://digital.csic.es/handle/10261/22637>
- Carvajal Rowan, A., Zapattini Irala, C., & Quintero Zamora, C. (2018). Constructed Wetlands, an alternative for the purification of Wastewater in the Municipality of Mizque, Bolivia. Design and Technology for Development, 0 (5), 88-108. Retrieved from <http://polired.upm.es/index.php/distecd/article/view/3744>
- Marín Acosta, C., Solís Silván, R., López Ocaña, G., Bautista Margulis, R. G., & Romellón Cerino, M. J. (2016). Treatment of wastewater by artificial tropical wetlands in Tabasco, Mexico / Constructed wastewater treatment by tropical -wetlands in Tabasco, Mexico / Treatment of water waste by artificial tropical wetlands in Tabasco. CIBA Ibero-American Journal of Biological and Agricultural Sciences, 5(10), 1. <https://doi.org/10.23913/ciba.v5i10.54>

National Water Commission. (2020). National Inventory of Municipal Potabilization and Wastewater Treatment Plants in Operation. Ministry of the Environment and Natural Resources. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-2-22-a.pdf>

Soto-Córdoba, S., Gavieria-Montoya, L., & Pino-Gómez, M. (2019). Case study: Disposal of domestic wastewater in rural areas of Costa Rica. *Environment & Society*, 22, 02–20. <https://www.scielo.br/j/asoc/a/ZWYrxmRTrLJtzRZPdQT9bTK/?lang=es&format=pdf>

United Nations. (March 18, 2021). The value of water and its essential role in supporting sustainable development. <https://www.un.org/es/cr/C3%B3nica-onu/the-value-of-water-and-its-essential-role-in-support-for-sustainable-development#:~:text=It%20is%20fundamental%20to%20recognize%2C%20measure%20and,United%20for%20%20Sustainable%20Development.>

World Health Organization. (March 21, 2022). Water for human consumption. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Biographical Notes

Dr. Rocío del Carmen Antonio Cruz. Industrial Chemical Engineer graduated from the Technological Institute of Villahermosa, she completed the Master of Science in Petroleum and Petrochemical Technology and the PhD of Science in Chemical Engineering at the Technological Institute of Ciudad Madero, she is a Research Professor from 2000 to the present.

Dr. Antonio has published 30 extensive memoirs in national and international conferences, 25 articles in prestigious journals, three book chapters, she has directed 16 master's level theses and 5 doctoral level theses. In addition, she has directed 20 research projects as manager and 10 as a collaborator, she has participated in 30 conferences and advised 50 undergraduate students in Chemical Engineering to carry out their professional residency project.

Dr. Noemi Mendez de los Santos. Civil Engineer, Master in Engineering and Environmental Protection obtains the degree with honorable mention by the synods and the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), PhD of Science in Ecology and Management of Tropical Systems obtaining the degree with honorable mention by the synods. She is a full-time professor at the Tecnológico Nacional de México, Villahermosa campus. She is a PRODEP Desirable Profile valid until 2025, she currently directs the Academic Body in Consolidation ITVIHE-CA-7. She has directed and collaborated on nationally and internationally funded and awarded research. She has been a visiting professor at the Francisco de Paula Santander University in Ocaña Colombia. She has directed award-winning bachelor's and master's theses. She is a jury member and speaker at national and international events. She has publications in recognized magazines.

M.V. Carlos Rodriguez Jimenez. Master in Valuation and Civil Engineer, full-time professor attached to the Department of Earth Sciences of the Tecnológico Nacional de México campus Villahermosa, Tabasco; he has published scientific articles in national and international journals; PRODEP Desirable Profile. August 2017 to August 2020, October 2020 to October 2023; he is a member of an academic research body. He has directed and carried out national and international award-winning research and has been a speaker at national and international science and engineering forums.

Dr. Mario José Romellón Cerino. Professor-Researcher of the National Technological Institute of Mexico-Instituto Tecnológico de Villahermosa. Doctorate in Environmental Sciences from the University of XALAPA, Ver., Member of the Academic Body in Innovation in environmental improvement ITVIHE-CA-7, Has a PRODEP Desirable Profile. Member of the State System of Researchers of Tabasco, Diploma in Teaching Competences and Environmental Audits, he has directed Bachelor's and Master's Theses, as well as financed projects.

PhD candidate. José Reyes Osorio. Professor-Researcher of the National Technological Institute of Mexico-Instituto Tecnológico de Villahermosa. Specialist in the area of Process Engineering. Member of the Mexican Institute of Chemical Engineers. Member of the State System of Researchers, he has directed Bachelor's and Master's theses, as well as directed and collaborated in funded projects.

Dr. Rudy Solís Silván is an Environmental Engineer graduated from the University Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). He completed his Master's degree in Environmental Sciences and his Ph.D. in Ecology and Management of Tropical Systems at UJAT, both with honors. During her postgraduate studies she did two research stays, one at the Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional campus Mérida, in the area of Applied Physics, and another at the Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua in the area of Wastewater Treatment Plant Design. He has published 8 articles in international journals indexed in jcr and CONACYT as first author. He has participated as a speaker in 15 international congresses in the last three years. He is a member of the State System of Researchers and member of the National System of Researchers. He was Technical Director in Water and Urban Sanitation of the Mexican Association of Engineering, Science and Environmental Management, Mexican Chapter of the Inter-American Association of Sanitary and Environmental Engineering in the year 2021. He is a full time professor and researcher at the National Technology of Mexico, Comalcalco Campus. He has directed 10 Bachelor's theses and two Master's theses.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

Ing. María Elena Cárdenas Córdova. Professor-Researcher of the National Technological Institute of Mexico-Comalcalco Higher Technological Institute. With profile of Environmental Engineer. Culminating the fourth semester of the Master's Degree in Engineering at the National Technological Institute of Mexico-Instituto Tecnológico de Villahermosa. Member of the State Register of Researchers. She has directed bachelor's theses and has also directed and collaborated on research projects.

La Gestión Interna de la Calidad en Educación superior: Más Allá de la Acreditación Periódica

José Antonio Aquino Robles¹, Dra. Cecilia Fernández Nava²,
Dr. Leonel Germán Corona Ramírez³

Resumen—La gestión interna de la calidad en la educación superior es aquella función profesional que realizan al interior de las universidades para garantizar que los propósitos y las funciones especificadas tanto en documentos institucionales como en las páginas de internet se cumplan de cara hacia una mejora continua y no solo para solventar periódicamente los procesos de acreditación. Por tal motivo, en este trabajo se analizan una diversidad de normatividades y filosofías de garantía de la calidad algunas extraídas de organismos internacionales de normalización como y otras más tomadas de instituciones de excelencia en la calidad. Y con ello presentar alternativas que se ejerzan de forma permanente para atender de la mejor manera a todas las partes interesadas con el propósito de lograr una mejora continua en sus funciones y no solo presentar una buena cara cada que se avecinan los periodos de acreditación de parte de las agencias de evaluación externa.

Palabras clave—Calidad en la educación superior, Gestión interna de la calidad, acreditación de programas, agencias de acreditación de la calidad, EFQM, Normas ISO 9000.

Introducción

La gestión interna de la calidad de la educación superior es una función universitaria de suma importancia en algunos casos es implementada como sistema y ya de forma tangible, resulta ser esa oficina o departamento muy necesario en estos tiempos para ayudar a codirigir las instituciones de educación superior (IES).

En ese contexto la calidad es un factor estratégico a la hora de alcanzar la eficiencia en la prestación de cualquier servicio público, también la educación superior. Quien, además se enfrenta a un entorno marcado por amplias metas como: la actualización que la sociedad de la información y la tecnología reclama, la homogenización respecto al espacio educativo de referencia o la necesidad de responder a un entorno de máxima competitividad. Ante ello, la educación superior únicamente será capaz de responder de forma eficiente si lo hace en clave de atención y servicio hacia las partes interesadas, de acuerdo con Del campo et al (2013).

Si consideramos que la satisfacción de las partes interesadas es el factor básico a la hora de evaluar la calidad educativa superior. Entonces las IES más exitosas serán aquellas que mejor satisfagan las expectativas de las partes interesadas, entre quienes están los alumnos, los docentes, el personal de apoyo a la educación y la sociedad en general, por tanto esto mismo hace necesaria la implementación de los sistemas de gestión interna de la calidad y de igual forma la profesionalización del personal a cargo, dado que es más prioritario y mejor visto por todas las partes interesadas servir y hacerlo bien ante quienes son la primera línea de benefactores y a la vez beneficiarios de las actividades universitarias, por encima de aparecer en los rankings internacionales y de simplemente aprobar las evaluaciones de acreditación, Ibid.

Por tanto, la implementación de un sistema de gestión interna de la calidad es imprescindible en las IES de reciente creación y su inserción en las IES fundadas en el siglo XX y anteriores resulta a veces ser motivo de debate, pero aun con todo ello, la modernidad los ha alcanzado al punto de mirarla como necesaria para competir en este mundo globalizado. Aunque la razón principal para la inserción en las IES antiguas es que este despacho o departamento es el encargado de concretar todo lo necesario para someterse a las evaluaciones externas de la calidad ya sea que se evalúen los programas de estudio (las titulaciones que ofertan) de las mismas IES o se sometan a evaluaciones institucionales o a evaluaciones de alguna función en específico de la Universidad en cuestión. Sin embargo, su trascendencia como se manifestó anteriormente va más allá de las acreditaciones de los programas de estudio que para conseguir las acreditaciones bien podría ser la razón principal para profesionalizar dicha actividad.

Ello debido a que, con el sistema de gestión interna de la calidad, (SGIC) también conocido como Gestión interna de la calidad o sistema de aseguramiento interno de la calidad. Se busca un mejor funcionamiento de cara a las partes interesadas ya sean estas externas; entre los que podemos contar a los alumnos y demás usuarios de los servicios educativos y también a las partes interesadas de carácter interno, como lo pueden ser el personal de apoyo a

¹ José Antonio Aquino Robles alumno de posgrado de la Universitat Oberta de Catalunya. Docente de Ingeniería en Energía de la UPIITA IPN, Ciudad de México. jaquinor@uoc.edu y jaquinor@ipn.mx

² Dra. Cecilia Fernández Nava Profesora de Ingeniería Mecatrónica en la UPIITA IPN, Ciudad de México cfernandez_n@ipn.mx

³ Dr. Leonel Corona R. Profesor de Ingeniería Mecatrónica en la UPIITA IPN, Ciudad de México licoronaramirez@hotmail.com

la educación, docentes y personal administrativo, mismos que hacen funcionar a la institución como tal. Por otro lado, con el SGIC se busca que las IES estén preparadas también para la rendición de cuentas ante la sociedad en general y con todo ello puedan presentar un mejor desempeño dado que toda esa labor los prepara para una mejora continua en todas sus funciones, de acuerdo con Comet (2019)

Por tales hechos, en este trabajo se presentará una serie de conceptos inherentes al tema y también algunos enfoques mundiales de la gestión de calidad; que diversas universidades han adoptado para su propio SGIC para con ello tener un panorama general y una mejor visión de lo que implica y su trascendencia más allá de únicamente superar las periódicas evaluaciones externas de las agencias acreditadoras y ofrecer servicios de calidad de forma permanente a las partes interesadas y a la sociedad en general incluso más allá de las fronteras, sobre todo en las modernas universidades que ofrecen ya desde hace algunas décadas tanto licenciaturas como posgrados en línea.

Marco Teórico

Al referirnos a la calidad en la educación superior, se puede manifestar que dicho concepto implica diferentes acepciones, por lo que es diversa su conceptualización en función desde la perspectiva desde donde se observe y se sintetice. (Comet et al 2019). Por tal motivo enlistaremos dichas acepciones a continuación:

Calidad como prestigio o excelencia. Por este concepto se hace referencia a la reputación académica y social que tienen determinadas IES acreditadas en alguna categoría superior a las demás o con sellos más distintivos o por más años que las distinguen de las demás.

Calidad en función de los recursos: Cuando se habla desde esta perspectiva se suele considerar que son la disposición de más recursos tanto físicos como económicos, como de talento humano, los que marcan la diferencia entre las IES.

Calidad como resultado: En esta concepción se parte del supuesto que las IES tienen calidad en la medida en que contribuyen al éxito de sus egresados, por lo que son los resultados de los alumnos los que determinan la calidad de la institución.

Calidad como plus, o como valor agregado. Desde este punto de vista se entiende que las IES tienen más calidad en la medida que presentan una mayor incidencia sobre el cambio de conducta de los alumnos. Ello significa definir la calidad en términos de valor añadido. Por tanto, mayor calidad implica un mayor impacto sobre los conocimientos de los alumnos, la evolución de su personalidad y el desarrollo de su carrera, Ibid.

Calidad como adecuación a propósitos. Este enfoque asume la calidad de las IES siempre estará referida a los fines educativos señalados en el marco legal, los objetivos que se propone llevar a cabo cada centro concreto o la satisfacción de las necesidades de los alumnos, considerándolos como los usuarios de los servicios educativos que éstas suministran, Ibidem

A este respecto (Comet et al 2019) manifiesta que la calidad educativa es por tanto una construcción social que varía según los intereses de los grupos de dentro y fuera de la institución educativa, que refleja las características de la sociedad que se desea para hoy y que se proyecta para el futuro, no es un concepto unívoco y fijo, sino que debe ser construido a través de consensos y negociaciones entre los actores. Concluye afirmando que un SGIC es el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización con el fin de asegurar y mejorar la gestión interna y, en consecuencia, la calidad de sus servicios y productos.

En lo que respecta a los niveles de centralización del SGIC. Puede darse el caso que exista un único sistema para toda la universidad y esto no sería una contrariedad para IES de pequeño tamaño. Dado que no tendrían problemas para recabar la información estadística para el cálculo de los indicadores y conseguir toda la información para preparar los informes de autoevaluación y crear planes de mejora continua y darse cuenta de los problemas que vayan surgiendo. Y con ello finalmente tener todo listo para las evaluaciones externas. Que muy seguramente serían realizadas por una única agencia de acreditación especializada en las titulaciones que ésta pequeña universidad imparte. Teniendo con ello un SGIC centralizado, Ibid.

Sin embargo, esto puede no ser adecuado cuando el tamaño de la universidad es considerable y cuenta con un rector general y varios directores de escuelas que bien pueden estar en diferentes campus, como en el caso mexicano de las universidades estatales que disponen de varias sedes en las diversas ciudades principales de un estado o provincia, lo que implica quizás un nivel de centralización mixto, en donde cada escuela o campus tiene su propio sistema aunque comparte procesos transversales con todas las instituciones o procesos de universidad

Por otro lado, y para las grandes universidades nacionales que disponen incluso de varios campus o institutos o escuelas dispersados por todo el territorio nacional, conviene más un SGIC completamente descentralizado correspondiendo a cada campus regional, escuela o instituto tener su propio SGIC compartiendo quizás los mismos indicadores en lo general y algunos diferentes en los casos específicos, *Ibidem*.

Desarrollo

Habitualmente como se mencionó en la introducción las IES de reciente creación desde su implantación o fundación operan con una oficina o departamento que lleva el sistema de gestión incluso tal vez no formalizado como tal o implantado de forma parcial. Aun con todo ello toda Institución planifica sus actividades, las lleva a cabo, las revisa (aun de manera informal). Pero toda rectoría o dirección ya sea para acreditarse o evaluarse o certificarse, implementa un sistema de gestión ya sea basado en un enfoque normalizado tipo ISO 9000 o utilizando un modelo de gestión como lo podrían ser el conocido modelo EFQM o el modelo Deming entre otros. Mismos que explicaremos a continuación y su importancia en los SGIC.

El movimiento de la Calidad y la Excelencia a nivel mundial inicia con un enfoque tradicional con esfuerzos dirigidos solo a inspeccionar en masa la recepción de materiales y materias primas, y en el producto final. En el caso universitario esto sería equivalente a verificar que cumplan con los requisitos necesarios para comenzar la educación superior, lo que implicaría mostrar la certeza de que han aprobado completamente el ciclo anterior (educación media superior) y superar con cierto puntaje la selectividad o el examen de admisión para acceder y para la parte final del proceso acreditar o aprobar todas las asignaturas del plan de estudios y en su caso algunos otros requisitos más como el servicio social y las prácticas profesionales y si se contabilizan egresados titulados en vez de egresados pasantes. Entonces hay que observar que cumplan con la modalidad de titulación correspondiente, Tamayo et al (2011).

Posteriormente se evoluciono hacia el control estadístico de la calidad con énfasis en todas las etapas del ciclo de vida del producto y finalmente la calidad es vista como una variable estratégica dirigiendo los modelos hacia la gestión estratégica e integral considerando los modelos modernos de calidad y de excelencia, *Ibid*.

Haciendo el paralelismo en el ámbito universitario, se crearon indicadores que hicieron posible visibilizar las unidades de aprendizaje o asignaturas en las que había mayor porcentaje de reprobados, además de contabilizar periódicamente la cantidad de deserciones y el motivo de estas. Para verificar si la responsabilidad era del centro universitario o era una decisión del alumnado. De igual forma se crearon encuestas de satisfacción para verificar el sentir de los estudiantes y buscar con ello oportunidades de mejora, *Ibidem*.

A ese respecto el enfoque normalizado está regido por la aplicación de los requisitos y orientaciones contenidos en las normas de la familia ISO 9000. Su uso está ampliamente extendido y aceptado a nivel internacional, con el plus de que proporciona la certificación de los sistemas de gestión de la calidad en conformidad con los requisitos de la ISO 9001, *Ibid*.

En contraparte los modelos de excelencia, como los modelos sistémicos de gestión no normativos, surgen como producto de factores de éxito en algunas universidades, por tanto, son dinámicos, por lo que sus diferentes versiones en las diversas naciones; han ido evolucionando, adecuándose a las condiciones propias de cada parte. Simultáneamente se establecen objetivos, fundamentos, conceptos, principios y criterios de la excelencia que traducen en las aspectos encontrados en la práctica organizacional de elevado desempeño; también constituyen un valioso enfoque de autoevaluación que permite saber en cada una de las universidades el grado de avance en su rumbo hacia la calidad total, *Ibid*.

Sobre la base de un modelo de gestión de calidad total o de excelencia, se logra identificar a las organizaciones líderes, por el éxito alcanzado en la gestión global y de la calidad en un franco camino hacia la excelencia como es el caso del premio EFQM, de Europa y otros premios de diferentes naciones.

La perspectiva de los modelos de excelencia como en el caso del modelo EFQM está basado en la práctica dirigida para propiciar y evidenciar una excelencia en la gestión de las organizaciones, basada en la innovación, aprendizaje institucional y la mejora continua para lograr con eficiencia y eficacia la competitividad y sostenibilidad en los resultados de la gestión, *Ibidem*.

Desde la escala temporal, se puede manifestar que desde finales del siglo XX y hasta la actualidad han estado coexistiendo en las organizaciones empresariales y posteriormente en las universidades, la inspección, el control, el aseguramiento, la gestión de la calidad, incluyendo las normas ISO 9000 y por otra parte la gestión de la calidad total o el enfoque de excelencia abarcando a toda la organización.

Aun con todo y de acuerdo con Carvajal y Rodríguez (2007), citados por Tamayo et al (2011), los modelos de excelencia no conllevan a una contraposición con otros enfoques como el de las normas ISO 9000, sino más bien, una combinación e integración sinérgica de los mismos en un marco más amplio y completo de gestión. Ambos se basan en los principios comunes siguientes:

- Permiten identificar fortalezas y debilidades, (ambos, Normas ISO y EFQM exigen un análisis FODA)
- Posibilitan la evaluación ante modelos genéricos
- Proporcionan una base para la mejora continua y,
- Posibilitan el reconocimiento externo.

En esencia Tamayo et al (2011), manifiesta también que la diferencia radica en su campo de aplicación y lo explica de la siguiente forma:

- ✚ La familia de la norma ISO 9000 es prescriptiva, especifica requisitos de actuación para los sistemas de gestión de la calidad (norma ISO 9001) y la gestión para el éxito sostenido de una organización (norma ISO 9004). El cumplimiento de dichos requisitos se determina mediante la evaluación de estos sistemas, y
- ✚ Los modelos de excelencia en la gestión no son prescriptivos y son aplicables a todas las actividades y partes interesadas en una organización. Establecen criterios que permiten mediante la autoevaluación comparativa el desempeño de la organización frente al modelo utilizado como guía.

Desglosando ambos enfoques

El *modelo EFQM* constituye como se ha mencionado anteriormente una herramienta no prescriptiva que permite analizar y evaluar el progreso de una organización, a la vez que potencia, de manera sostenida, el impulso hacia la excelencia. Por lo que este modelo da respuesta a ¿Qué hace la organización? y ¿qué resultados se están obteniendo?, para ello se fundamenta en nueve criterios con la premisa según la cual “los Resultados se logran mediante un liderazgo que impulse a una planificación con un despliegue de gestión por procesos que se hará realidad con la implicación de todos los grupos de interés, tal como pueden ser contabilizados en la figura 1.



Figura 1. Modelo EFQM de Excelencia, Álvarez (2007)

El certificado ISO reconocido internacionalmente indica a los socios potenciales que una empresa se gestiona de acuerdo con reglas ampliamente aceptadas, lo que hace que su operación sea estable en términos de procedimientos. Los beneficios de ISO 9001 en las IES no son exageradas; Tanto las empresas educativas grandes y pequeñas, han obtenido grandes beneficios del uso de esta norma al descubrir ahorros en costos y eficiencia. Adicionalmente logrando los siguientes beneficios, de acuerdo con Quimi, (2018)

Mejora en la credibilidad e imagen. Como ISO 9001 es una norma reconocida internacionalmente, misma que se ha convertido en la base para crear un sistema de gestión de calidad en educación en muchas partes del mundo por ello obtener una certificación ISO 9001 puede ser una poderosa herramienta de mercadotecnia para la presencia de las IES en algún ranking mundial, Ibid.

Mejora en la satisfacción del cliente. Al incrementar la satisfacción de sus clientes, los podrá retener ya que los clientes satisfechos son la clave para mantener la lealtad y estos clientes generan ingresos adicionales.

Mejor integración de procesos. El mejor flujo del proceso también se puede utilizar para impulsar la eficiencia hacia menos errores y reelaboraciones resultantes, lo que puede mejorar el ahorro de costos operativos y de la pérdida de la imagen de las IES.

Crear una cultura de mejora continua: Este es el tercer principio de gestión de calidad de ISO 9001. Al adoptar esta cultura para mejorar procesos y resultados organizacionales, se encontrarán eficiencias organizacionales incluido el uso de procesos sistemáticos cuando surgen problemas para reducir el impacto del problema y aumentar la velocidad de recuperación.

Compromiso con los empleados y docentes: el personal que participa en las mejoras de los procesos trabaja de forma mas satisfactoria y con mayor compromiso. Por otro lado, las personas más idóneas para aportar ideas o identificar mejor las áreas que necesitan mejoras son las que participan activamente en los procesos. Así mismo los empleados comprometidos son más productivos y ayudan a las empresas a mejorar especialmente cuando entienden como la calidad del proceso depende de ellos, Ibidem.

Así mismo los requisitos planteados en forma de esquema para implementar ISO 9001 se pueden apreciar en la figura 2.



Figura 2. Requisitos para implementar ISO 900,

Comentarios Finales

En este trabajo se detallaron los conceptos de la gestión interna de la calidad en la educación superior así como algunos de sus sinónimos, su trascendencia de cara a su más importante razón de existir, las partes interesadas mismas que algunas son de carácter interno y otras externas, de igual forma se pormenorizó la labor de las oficinas o departamentos del SGIC de cara a una mejora perceptible en el funcionamiento de las IES y no solo como oficina que prepara los documentos para evaluarse o acreditarse periódicamente y con ello obtener por un determinado número de años la medalla de la acreditación. Y olvidarse de su labor el resto del tiempo. Por ello también se explicaron dos de los modelos entre varios más que existen; y que algunas universidades han tomado para realizar la gestión interna de la calidad, tanto el sistema de gestión basado en las normas ISO, como el modelo Europeo de gestión de Calidad total, conocido como EFQM.

Referencias

Álvarez S. A., López C. M. A. Martís F. R. Alonso A. J. (2007) “La evaluación de los servicios universitarios según el modelo EFQM en la universidad de Oviedo. Vicerrectorado de Profesorado Departamento y Centros Unidad técnica de calidad, Universidad de Oviedo

Comet S.N. “Sistema de gestión interna de la calidad del diseño a la revisión” Notas del curso Universitat Oberta de Catalunya marzo del 2019.

Del Campo V. M. O. Ferreiro F.J, Camino S. M. (2013) "Una aplicación del modelo EFQM a la educación superior," Libro Investigaciones de economía de la educación. Número 8. Editor: Asociación de Economía de la Educación, Enero 2013, Dirección de internet <https://2013.economicsofeducation.com/user/pdfsesiones/138.pdf>

Quimi F. D.I., Sistemas de Calidad enfocado a las normas ISO 9001 y 21001: Caso Facultad de ciencias administrativas de la universidad de Guayaquil. Universidad y Sociedad (2018) 11(1) 279-288 Dirección de internet: <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

Tamayo G.P.F., Moreno P. M.R., Ochoa M. M.C. De León I.S. Arteta P. Y.C. (2011) "Los enfoques mundiales de la gestión de calidad. Una mirada desde los modelos y premios de excelencia. Revista INGENIARE Universidad Libre de Barranquilla Año 6 No. 11 pp. 99-113 ISBN 1909 2458 Dirección de internet: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/649>

Aletas Cónicas de Aluminio como Removedores de Calor para Aumentar la Eficiencia Eléctrica en Paneles Fotovoltaicos

Esaú Arellano Hernández¹, Dr. Vicente Flores Lara²,
Dr. Jorge Bedolla Hernández³, Ing. Oscar Ismael Pérez Pérez⁴ y Dr. Carlos Bueno Avendaño⁵

Resumen—En el presente trabajo se evalúa el desempeño eléctrico de un panel fotovoltaico policristalino de 150 W basado en su eficiencia y potencia, el cual, es evaluado sin un sistema de remoción de calor, para luego evaluar su eficiencia eléctrica con un sistema de remoción de calor. Se presentan resultados de medición de temperatura superficial del panel y potencia eléctrica del panel sin sistema de remoción de calor, y los resultados de temperatura de superficie del panel, temperatura de aletas, temperatura de aire dentro del sistema, potencia eléctrica del panel y velocidad del aire accionando el ventilador. Finalmente, la eficiencia eléctrica del panel sin el sistema de remoción de calor alcanza un valor de 15.6 % con una radiación de 1004 W/m², al accionar el ventilador con el sistema de remoción de calor, se logra una eficiencia de 17.7 % con una radiación de 994 W/m². Obteniendo un aumento del 1.2 % de la eficiencia eléctrica.

Palabras clave—Panel fotovoltaico, aletas, eficiencia eléctrica, energía, sistema híbrido.

Introducción

Los paneles fotovoltaicos generan electricidad a partir de la radiación solar, por esta razón, al estar expuestos directamente a la radiación solar, los paneles fotovoltaicos presentan un incremento de temperatura el cual genera una baja en la eficiencia del panel. Es por ello que surge la necesidad de desarrollar una forma de remover energía del panel fotovoltaico para enfriarlo y así, mantener o incrementar la eficiencia que esta dada por el fabricante, dicha eficiencia es aquella que el panel fotovoltaico se da a una temperatura de diseño de 25 °C. El uso de un panel fotovoltaico a una temperatura superior a la de su diseño, reduce tanto la capacidad como su vida útil.

Esta característica es fundamental para realizar una corrección al diseño de un sistema híbrido mediante una configuración de obstrucciones para bajar la temperatura del panel y así mejorar la eficiencia del mismo. El concepto de colector termo-fotovoltaicos con el uso de agua o aire como refrigerante fue establecido por Kern y Russell (1970). Un análisis energético y exergético a un colector termo-fotovoltaico de un colector de aire de placas paralelas para climas fríos mostrando eficiencias energéticas y exergética de 55-65% y 12-15% respectivamente, en el que se usó aire y agua como refrigerante, Yosi y Tiwari (2007). Los resultados de un análisis exergético, detallando un análisis térmico y eléctrico típicos de un sistema híbrido de aire. Al incrementar la velocidad del aire se aumenta la eficiencia exergética, en el usaron 2 ventiladores para realizar el movimiento de aire, F. Sarhaddi et al. (2010). Finalmente, Jin-Hee Kima et Al. (2013) obtuvieron en sus resultados experimentales que la temperatura y las eficiencias eléctricas del colector PVT fueron, en promedio, 22% y aproximadamente 15%, respectivamente. Esto significa que el rendimiento del colector de aire PVT fue similar al rendimiento de condición de prueba estándar sin disminución de la eficiencia debido a la temperatura fotovoltaica. Se uso aire como medio de remoción de calor

Descripción del Método

Se realiza una evaluación de eficiencia eléctrica instantánea a un panel fotovoltaico que no tenga ninguna modificación, es decir, sin aletas, para que, posteriormente, se le adhieran aletas de cónicas de aluminio a la parte posterior del panel junto con una cubierta de lámina de acero galvanizado para que se le pueda hacer pasar aire impulsado por un ventilador. Y así finalmente evaluar la eficiencia eléctrica instantánea del panel fotovoltaico con el sistema de remoción de calor. Las pruebas se realizaron en Ocotlán Tlaxcala en el mes de Abril de 2022.

¹ Esaú Arellano Hernández es Estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. m20371421@apizaco.tecnm.mx (autor correspondiente)

² El Dr. Vicente Flores Lara es Profesor del Departamento de Metal -Mecánica del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. vicente.fl@apizaco.tecnm.mx

³ El Dr. Jorge Bedolla Hernández es Profesor del Departamento de Metal -Mecánica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. jorge.bh@apizaco.tecnm.mx

⁴ El Ing. Oscar Ismael Pérez Pérez es Estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. m20371427@apizaco.tecnm.mx

⁵ El Dr. Carlos Bueno Avendaño es Profesor del Departamento de Metal -Mecánica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. carlos.ba@apizaco.tecnm.mx

Evaluación del panel fotovoltaico sin sistema de remoción de calor

El panel fotovoltaico del experimento es policristalino de silicio con una potencia pico de 150 W al cual se le realizó una caracterización con un adquisidor de datos Fluke modelo hydra el cual cuenta con 15 termopares tipo “T”, los cuales son pegados a la parte frontal del panel como se muestra en la figura 1.



Figura 1 Posición de termopares para adquirir datos.

Obteniendo el comportamiento de temperatura y potencia eléctrica como se muestra en la figura 2. La corriente junto con la tensión eléctrica fue tomada con un multímetro Fluke 115.

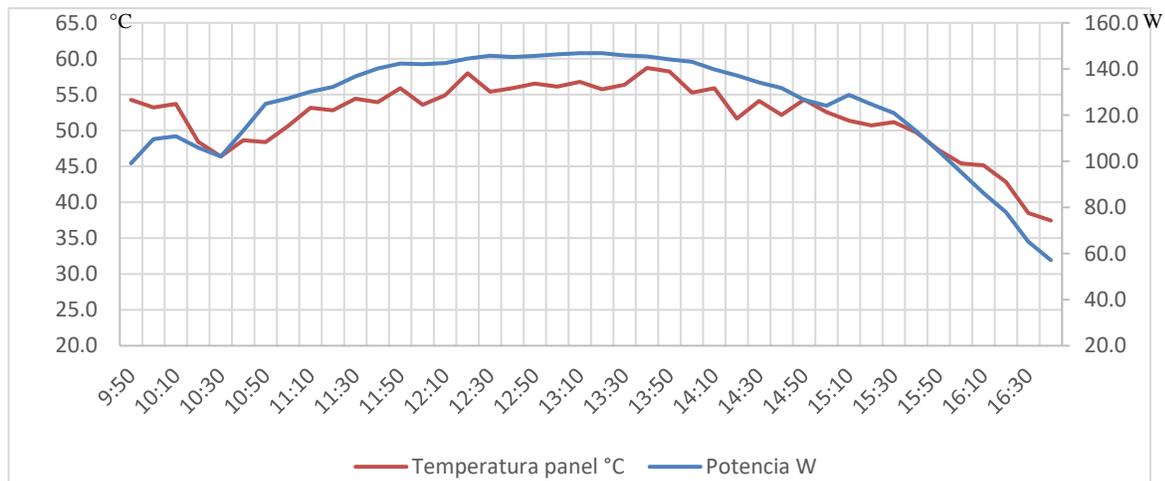


Figura 2 Temperatura del panel vs potencia eléctrica del panel.

Eficiencia eléctrica del panel fotovoltaico sin sistema de remoción de calor

Para obtener la eficiencia eléctrica del panel fotovoltaico se puede emplear la ecuación (1).

$$\eta_e = \frac{P}{EA_c} \cdot 100 \tag{1}$$

Donde p es la potencia del panel solar, E es la radiación solar y, A_c es el área del colector solar. La radiación solar fue tomada en base a los registros que generan las EMA’s del Servicio Meteorológico Nacional, estación Tlaxcala, del municipio de Tlaxcala con una Latitud Norte: 19°.32’, Longitud Oeste: -98°.24’ y una Altitud: 2232 m.s.n.m. El panel fotovoltaico tiene un área de recepción de radiación de 0.91 m². Con toda la información se genera la figura 3 en la cual se muestran los resultados de las 10:00 horas a 15:00 horas de radiación monitoreados.

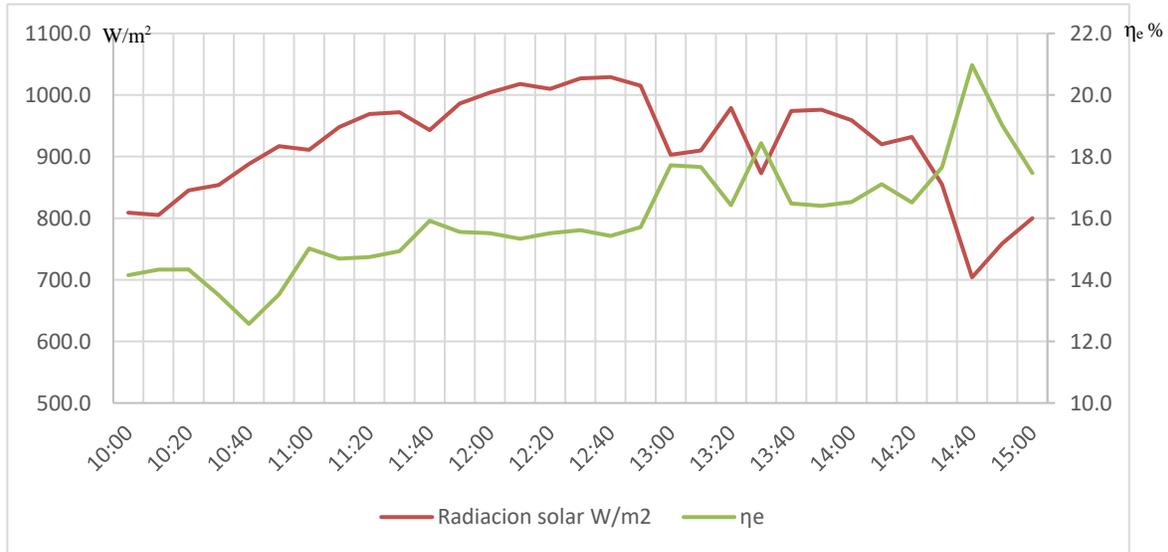


Figura 3 Eficiencia eléctrica del panel fotovoltaico vs radiación solar. Resultados de panel fotovoltaico sin sistema de remoción de calor.

Evaluación del panel fotovoltaico/térmico con sistema de remoción de calor

Los disipadores de calor a menudo son empleados para mejorar la transferencia de calor, esto, tomado en cuenta el material, la geometría y otras propiedades específicas del material, comúnmente los disipadores de calor son también llamados aletas.

La eficiencia de las aletas cónicas se puede calcular con la ecuación (2)

$$\eta_{aletas} = \frac{3}{2mL} \frac{l_1 \left(\frac{4mL}{3} \right)}{l_0 \left(\frac{4mL}{3} \right)} \tag{2}$$

Donde m se obtiene con la ecuación (3), L es la longitud de la aleta, D es el diámetro mayor de la aleta. Para la ecuación (3), h es el coeficiente convectivo y k es el coeficiente de conducción térmico del aluminio.

$$m = \sqrt{\frac{h \cdot \text{perimetro}}{k \cdot A_{aletas}}} = \sqrt{\frac{4h}{kD}} \tag{3}$$

Para el análisis se usa aluminio como material y se midieron temperaturas ambientales y de superficie obteniendo en promedio 28 °C y 62 °C, el coeficiente convectivo obtuvo teóricamente de 51 W/m² °C, el aluminio tiene un coeficiente de conducción térmico de 205 W/m² °C. Se establece un valor de altura de la aleta cónica de 0.04 m y un diámetro de 0.019 m, obteniendo un área de la base de la aleta de 0.0002835 m².

Sustituyendo valores en la ecuación (3), se obtiene un valor de m=7.237. Usando las funciones de Bessel modificadas I₀ e I₁, y el valor de m, en la ecuación (2), obtenemos una eficiencia de la aleta de 98.18 %.

Elaboración del sistema fotovoltaico termico

Se fabrica 110 aletas cónicas de aluminio con una altura de 40 mm, un diámetro en la base de 19 mm y un diámetro superior de 8 mm. Dichas aletas fueron adheridas con un cordón de silicón negro de alta temperatura alrededor de la base de la aleta con el fin de pegarla a la parte posterior del panel fotovoltaico generando un camino de obstrucciones como se muestra en la figura 4. También se realiza una cubierta para la parte trasera del panel con lamina de acero galvanizado con el fin de que, al pasar un flujo de aire impulsado por un ventilador, el aire no escape al ambiente y sea obligado a pasar entre el arreglo de las aletas de aluminio como se puede observar en la figura 5.



Figura 4 Arreglo de aletas en el panel

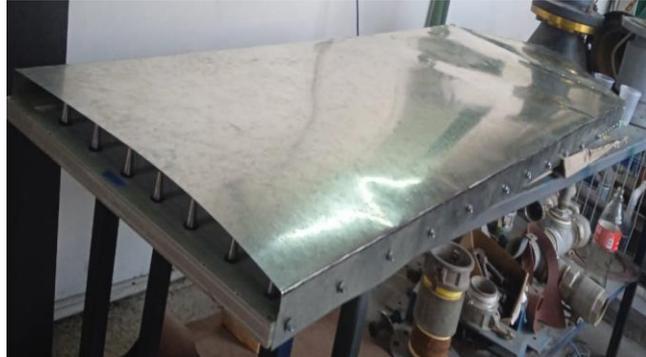


Figura 5 Cubierta trasera de lámina galvanizada

Una vez terminado de ensamblar el panel fotovoltaico con las aletas de aluminio, la cubierta trasera y el ventilador, se procede a agregar un segundo adquisidor de datos de la marca Fluke modelo hydra con 15 termopares tipo "T". Se le hicieron agujeros a la lámina galvanizada en la parte trasera a fin de distribuir los termopares disponibles en el área del panel. Quedando los termopares como se muestran en las figuras 6 y 7. En la figura 6 se puede observar que 8 termopares están adheridos con un poco de cinta a las aletas cónicas con el fin de obtener temperatura de las aletas.

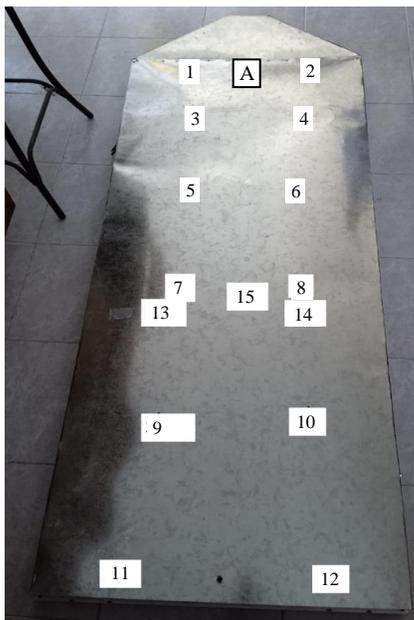


Figura 6 Disposición de termopares



Figura 7 Termopares en aletas

Una vez colocado todo el sistema y hacer funcionar el ventilador durante 80 minutos se puede observar el comportamiento de la temperatura de las aletas, temperatura del aire dentro del panel, la temperatura frontal del panel

y la potencia eléctrica, como se muestra en la figura 8. El accionamiento del ventilador esta mostrado entre las dos barras azules en la figura 8.

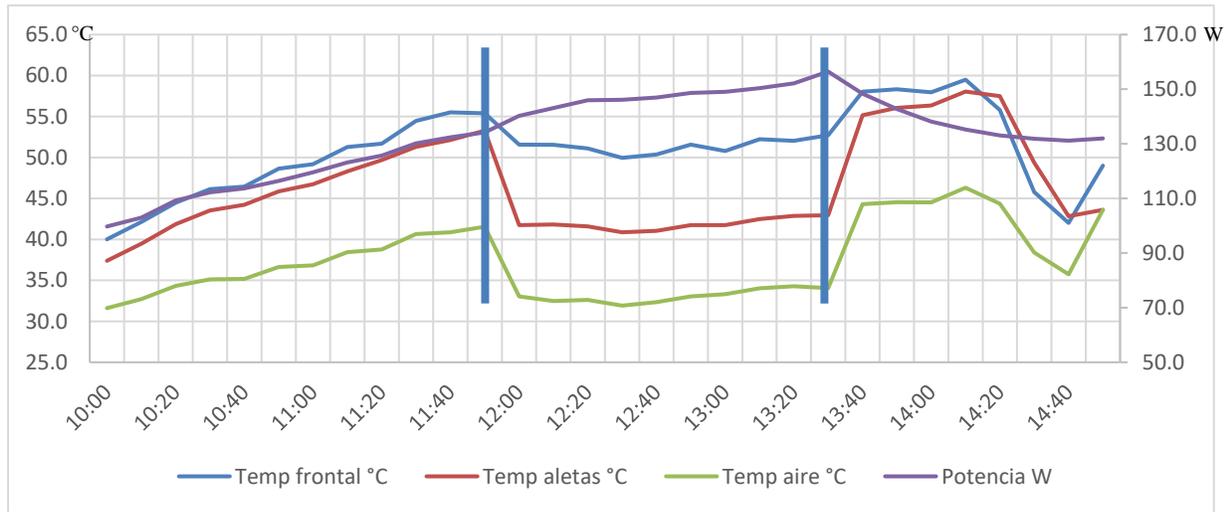


Figura 8 Potencia eléctrica vs temperaturas promedio del panel fotovoltaico

Eficiencia eléctrica del panel fotovoltaico con sistema de remoción de calor

En la figura 9 se muestran los resultados de la eficiencia eléctrica del panel fotovoltaico modificado de las 10:00 horas a 15:50 horas.

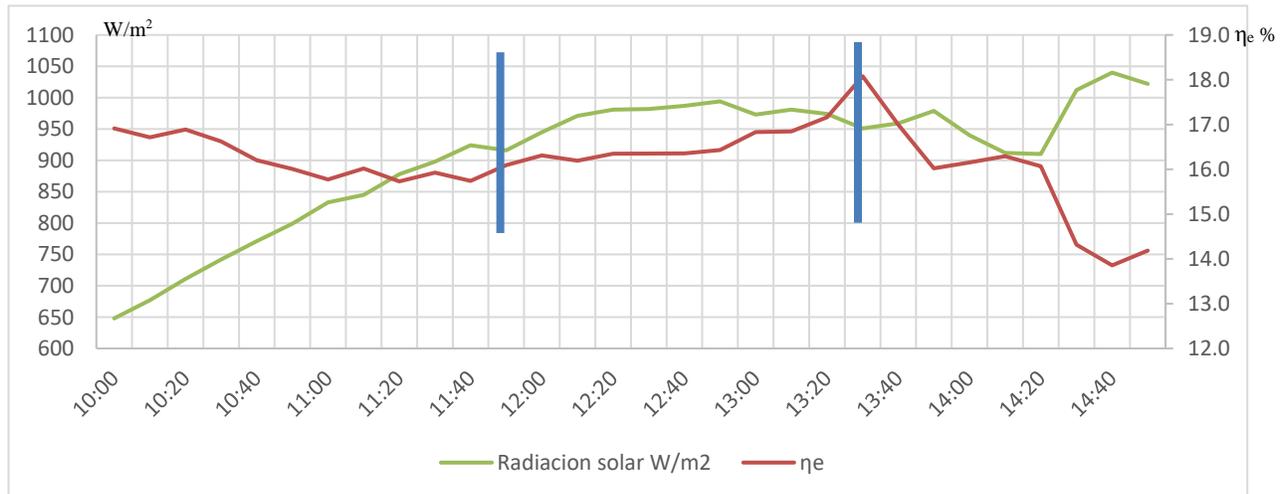


Figura 9 Eficiencia eléctrica del panel vs radiación solar. Resultados de panel fotovoltaico con sistema de remoción de calor.

La variable de la radiación solar no se puede controlar, es por ello que se tomaron resultados de días similares de radiación. La temperatura interna del aire dentro del panel es de 29.9 °C y la temperatura ambiental es de 25.6 °C. El ventilador es accionado por una alimentación domestica de 120 V AC, el cual, al estar funcionando genero una velocidad del aire promedio de 0.8 m/s. El anemómetro con el que obtuvieron las velocidades está colocado en el orificio (A) que esta entre el orificio de los termopares 1 y 2, que se pueden observar en la figura (2), el mismo anemómetro midió un flujo volumétrico promedio de 1.8 m³/min.

Resumen de resultados

La evaluación de la eficiencia eléctrica del panel fotovoltaico con la ecuación (1), fue aplicada al panel que no presenta un sistema de remoción de calor, y, también, a ese mismo panel con el sistema de remoción de calor, generando un aumento en la eficiencia eléctrica máxima del 1.2 % en eventos en que la radiación solar era similar entre ambas pruebas (aunque en diferentes días) y a su vez, cercanas a los 1000 W/m² de diseño.

Incertidumbre de medición

Se usará una incertidumbre estándar, con una evaluación tipo A; la cual es mediante un análisis estadístico, así como la incertidumbre combinada, y una incertidumbre expandida para una confianza de 95% de veracidad en los resultados. Se usa la ley de propagación de incertidumbre la cual se representa como la ecuación (4), aplicado a cada instrumento, para los hidras, multímetro y anemómetro.

$$L_{\text{corregida}} = L_{\text{instrumento}} - \text{Error} \quad (4)$$

Aplicando la ecuación (4) se estima la incertidumbre de medición del hydra, contemplando la resolución, deriva, repetibilidad y la contribución del instrumento patrón.

La tabla 1 muestra las estimaciones de incertidumbre de los 4 instrumentos de medición con un factor $k=2$.

Hydra 1 Usado para monitorear la superficie del panel fotovoltaico														
T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	T ₄ (°C)	T ₆ (°C)	T ₇ (°C)	T ₈ (°C)	T ₉ (°C)	T ₁₀ (°C)	T ₁₁ (°C)	T ₁₂ (°C)	T ₁₃ (°C)	T ₁₄ (°C)	T ₁₅ (°C)	T ₁₆ (°C)
0.39	0.44	0.43	0.43	0.63	0.44	0.50	0.50	0.52	0.57	0.62	0.79	0.61	0.79	0.52
Hydra 2 Usado para monitorear las aletas y aire dentro del panel fotovoltaico														
T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	T ₄ (°C)	T ₆ (°C)	T ₇ (°C)	T ₈ (°C)	T ₉ (°C)	T ₁₀ (°C)	T ₁₁ (°C)	T ₁₂ (°C)	T ₁₃ (°C)	T ₁₄ (°C)	T ₁₅ (°C)	T ₁₆ (°C)
0.47	0.51	0.53	0.61	0.69	0.69	0.61	0.55	0.55	0.38	0.46	0.57	0.53	0.57	0.58

Tabla 1 Incertidumbre de los 2 Hydras.

La incertidumbre del anemómetro en velocidad del aire es 0.0942 m/s, la incertidumbre en flujo volumétrico es 0.1318 m³/min. El multímetro tiene como incertidumbre en tensión eléctrica 0.0393 V, y, en corriente eléctrica 0.0046 A.

Conclusiones

Los resultados demuestran un aumento de 1.2 % en la eficiencia eléctrica del panel fotovoltaico al momento de hacer funcionar el ventilador, el cual ingresa aire ambiental de la parte superior del panel hacia dentro del mismo, para hacer pasar aire a través de las aletas de aluminio, con respecto al mismo panel fotovoltaico que no tenía el sistema de remoción de calor, lo cual ocurre porque al conducir calor del panel solar a las aletas de aluminio, estas últimas son enfriadas por el flujo de aire que se le hace pasar por medio de. Al existir variaciones en la radiación solar, las mediciones de los días no coinciden en su totalidad.

Recomendaciones

Se propone aumentar el flujo volumétrico para mejorar la transferencia de calor entre las aletas y el aire impulsado por el ventilador y así, obtener una eficiencia eléctrica mayor, de igual forma se propone usar un arreglo diferente en el aletado del panel.

Referencias

- A.S. Joshi, A. Tiwari. "Energy and exergy efficiencies of a hybrid photovoltaicthermal (PV/T) air collector, Renewable Energy", 32 (13),2007.
E.C. Kern Jr., M.C. Russell. "Combined photovoltaic and thermal hybrid collector systems, in: Proceedings of 13th IEEE photovoltaic Specialists", Washington, DC, USA, 1978.
F. Sarhaddi , S. Farahat, H. Ajam, A. Behzadmehr. "Exergetic performance assessment of a solar photovoltaic thermal (PV/T) air collector", 2010.
Jin-Hee Kima, Se-Hyeon Parkb, Jun-Tae Kimc. "Experimental performance of a photovoltaic-thermal air collector, SHC, 2013, International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry September 23-25", 2013, Freiburg, Germany

Propuesta para el fortalecimiento de la Licenciatura en Administración de Tecnologías de Información de la Universidad Autónoma de Chihuahua

José René Arroyo Ávila¹, María del Rosario de Fátima Alvídrez Díaz², Oscar Alejandro Viramontes Olivas³, Víctor Alonso Domínguez Ríos⁴, Marcelino Fraire Rodríguez⁵, Aldo Erubiel Arizmendi Armendáriz⁶

Resumen. El objetivo de la investigación fue hacer una propuesta para mejorar la pertinencia laboral de la Licenciatura en Administración de Tecnologías de Información de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Fue una investigación mixta, analítico-sintética y teórico-deductiva; de forma aplicada, de tipo descriptivo. Entre los principales resultados se determinó que sólo el 87% se mostró satisfecho con los programas de estudio que llevaron durante su carrera, lo que permite determinar que hace falta una actualización de los temas que se incluyen en cada cátedra; se propone la necesidad de agrupar contenidos de materias de nivel básico en menos número de materias, fortalecer las asignaturas relacionadas con desarrollo de software y administración de bases de datos, incluir en los contenidos de las materias de desarrollo de software lo relativo a aplicaciones móviles y agrupar las materias optativas de noveno semestre en una sola asignatura bajo el principio de Academia Empresarial.

Palabras clave: Tecnologías de información y comunicaciones, UACH.

Introducción

La sociedad actual exige de los profesionales en Tecnologías de Información y Comunicaciones no sólo los conocimientos teórico-prácticos que les permitan identificar la problemática que se presenta en las organizaciones, sino también que tengan las habilidades suficientes para racionalizar y comprender a profundidad las necesidades de las organizaciones y respondan proponiendo soluciones profundas que generen cambios y mejoras en el corto, mediano y largo plazo. En otras palabras, los requerimientos de las áreas que atañen a estos profesionales se han vuelto cada vez más exigentes y más normativos; requieren no sólo de conocimiento, sino de experiencia para dar respuesta a la problemática actual.

La revisión y modificación a los planes de estudio no se realiza sólo para cumplir una norma, sino para dar respuesta a las necesidades cambiantes de formación. Se requieren contenidos que conformen la base técnica del alumno en las áreas fundamentales, complementados por asignaturas que generen habilidades profesionales y los vinculen de forma directa con el sector laboral. Dicho de otra forma, se requieren elementos que complementen su formación como individuo y le otorguen la capacidad de comunicarse adecuadamente, de comprender el entorno social en el que se desenvuelve y que le aporten identidad y criterio al momento de tomar decisiones.

Para situar el contexto de la investigación, se comentará que en el año de 1984 surge en la Universidad Autónoma de Chihuahua la carrera de Licenciado en Sistemas de Computación Administrativa (LSCA), debido al requerimiento en el medio empresarial y gubernamental de satisfacer la necesidad de formar profesionales que atendieran las demandas en el uso de sistemas computacionales; la primera generación egresa en diciembre de 1986; el plan de estudios estaba integrado por 55 materias obligatorias y seis optativas que debían cursarse en nueve semestres. Las principales áreas de formación eran: informática (con cursos de programación básica y programación avanzada), administración (con materias de producción, finanzas, mercadotecnia y recursos humanos) y gestión de las tecnologías de información: (con materias como administración de proyectos, Auditoría de Sistemas, Dirección Estratégica de Sistemas de Información). En el año 2011 la carrera cambia de nombre por Licenciado en Administración de Tecnologías de Información y Comunicaciones (LATIC).

La sociedad exige de los profesionales no sólo los conocimientos teórico-prácticos que les permitan identificar la problemática que se presenta en las organizaciones, sino también que tengan las habilidades suficientes para racionalizar y comprender a profundidad las necesidades de los negocios y respondan ante dichos problemas proponiendo soluciones profundas que generen cambios y mejoras en el corto, mediano y largo plazo en las organizaciones. En otras palabras, los requerimientos de las áreas que atañen a los profesionales se han vuelto cada

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua, celular 614 427 4488, correo rroyyo@uach.mx

² Universidad Autónoma de Chihuahua, celular 614 184 4587, correo malvidre@uach.mx

³ Universidad Autónoma de Chihuahua, celular 614 252 1141, correo violioscar@gmail.com

⁴ Universidad Autónoma de Chihuahua, celular 614 142 0092, correo vdomingu@uach.mx

⁵ Universidad Autónoma de Chihuahua, celular 614 278 2777, correo mfraire@uach.mx

⁶ Universidad Autónoma de Chihuahua, celular 614 278 0047, correo aarizmen@uach.mx

vez más exigentes, más normativos; requieren no sólo de conocimiento, sino de experiencia para dar respuesta a la problemática existente.

La revisión y modificación a los planes de estudio no se realiza sólo para cumplir una norma, sino para dar respuesta a las necesidades actuales de formación. Se requieren contenidos que conformen la base técnica del alumno en las áreas fundamentales de la Licenciatura en Administración de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, complementados por asignaturas que generen habilidades profesionales y los vinculen de forma directa con el sector laboral; se requieren elementos que complementen su formación como individuo y le otorguen la capacidad de comunicarse adecuadamente, de comprender el entorno social en el que se desenvuelve y que le aporten identidad y criterio al momento de tomar decisiones.

La educación es obra de la naturaleza, de los hombres o de las cosas; es el arte de formar a los hombres y de la formación de hábitos (Rousseau, 1762). Tiene por objeto formar el carácter en vista de la moralidad; es el arte de construir, de edificar y de dar las formas necesarias (Herbart, 1806). Se pretende que el joven forme un desarrollo pleno de la personalidad humana, basada en la autonomía, reciprocidad, respeto y compromiso. Es forjar individuos capaces de autonomía intelectual y moral; que respeten esta autonomía en el prójimo, en virtud precisamente de la regla de la reciprocidad.

La educación intelectual pretende que el conocimiento adquirido no sea de una manera mecanicista, en donde se enseñe una cantidad de conocimientos de forma rápida, pero sin consistencia. Pretende una educación donde los conocimientos sigan un proceso que se permita asimilar, de manera que estos se mantengan frescos por el hecho de haberse construido, por el propio estudiante, y a pesar de que probablemente no se den de una manera tan veloz como es afrontada en la educación formal, que se comprenda y pueda aplicar su conocimiento de manera general y en otros contextos. En resumen se pretende fomentar: el pleno desarrollo de la personalidad humana y el respeto por los derechos del hombre y por las libertades fundamentales (Piaget, 1982). Educación como proceso puede definirse como (Maradiaga, 2016):

- El proceso bidireccional mediante el cual se transmiten conocimientos, valores, costumbres y formas de actuar. La educación no sólo se produce a través de la palabra; está presente en todas nuestras acciones, sentimientos y actitudes.
- El proceso de vinculación y concientización cultural, moral y conductual. Así, a través de la educación, las nuevas generaciones asimilan y aprenden los conocimientos, normas de conducta, modos de ser y formas de ver el mundo de generaciones anteriores, creando además otros nuevos.
- Proceso de socialización formal de los individuos de una sociedad.

Dando como resultado de este proceso, una serie de habilidades, conocimientos, actitudes y valores adquiridos, produciendo cambios de carácter social, intelectual, emocional.

La educación profesional es la educación tendiente a la preparación del hombre para la vida profesional. Comprende dos etapas interdependientes, pero perfectamente diferenciadas:

- Formación profesional: es la educación profesional que prepara al hombre para una profesión en determinado mercado de trabajo. Sus objetivos son amplios y mediatos, es decir, busca cualificar al hombre para una futura profesión. Puede darse en las escuelas y también dentro de las propias empresas.
- Perfeccionamiento o desarrollo profesional: es la educación profesional que perfecciona al hombre para una carrera dentro de una profesión. Es la educación tendiente a ampliar, desarrollar y perfeccionar al hombre para su crecimiento profesional en determinada carrera en la empresa o para que se vuelva más eficiente y productivo en su cargo (Carribero, Garbulinski, Genovese, & Jaureguierry, 2009).

Descripción del Método

El objetivo de la investigación fue hacer una propuesta para mejorar la pertinencia laboral de la Licenciatura en Administración de Tecnologías de Información de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

El enfoque fue mixto utilizando los métodos analítico-sintético y teórico deductivo. El método analítico-sintético se refieren a dos procesos intelectuales inversos que operan en unidad: el análisis y la síntesis. El análisis es un procedimiento lógico que posibilita descomponer mentalmente un todo en sus partes y cualidades; en sus múltiples relaciones, propiedades y componentes. La síntesis es la operación inversa, que establece mentalmente la unión o combinación de las partes previamente analizadas y posibilita descubrir relaciones y características generales entre los elementos de la realidad (Rodríguez Jiménez & Pérez Jacinto, 2017). Por su parte en el método teórico deductivo se organizan hechos conocidos y se extraen conclusiones mediante una serie de enunciados, conocidos como silogismos, que comprenden: la premisa mayor, la premisa menor y la conclusión (Dávila Newman, 2006). Mediante la deducción se pasa de un conocimiento general a otro de menor nivel de generalidad; las generalizaciones son puntos de partida para realizar inferencias mentales y arribar a nuevas conclusiones lógicas para casos particulares (Rodríguez Jiménez & Pérez Jacinto, 2017).

Asimismo, la investigación fue: de forma aplicada, de tipo descriptiva, de modo de campo con apoyo bibliográfica,

Para la parte cuantitativa, la técnica utilizada fue la encuesta; para lo cual se aplicó un cuestionario en la plataforma Google Forms, La unidad sujeta a análisis fueron los egresados de los programas de Licenciado en Sistemas de Computación Administrativa (generaciones 1986 a 2016) y Licenciado en Administración de Tecnologías de Información y Comunicaciones (generaciones 2016 a la fecha) entendiéndose como egresado al estudiante que concluyó su plan de estudios debido a que acreditó la totalidad de las asignaturas. La muestra fue de 338 personas, para un porcentaje de error del 5% y un nivel de confianza del 95% (Creative Research Systems, 2022).

Una vez recabada la información de 338 cuestionarios, se convirtieron los datos al Programa Estadístico SPSS y se hizo un análisis a través de Alfa de Cronbach, que permite estimar la fiabilidad de un instrumento en donde se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica, que cuanto más cerca se encuentre al valor de 1, mayor es la consistencia interna de los ítems analizados. Al evaluarse el cuestionario, el valor de fiabilidad fue de 0.827 con lo que se confirma que el instrumento tiene muy alta fiabilidad. La variable del estudio que se evaluó fue propuesta para mejorar la pertinencia laboral.

Para la parte cualitativa, con la información obtenida a través de medios documentales, se interpretaron los datos desde el punto de vista de los investigadores para poder presentar los resultados de la investigación; fue transeccional-descriptiva, ya que se recolectaron los datos en un solo momento (en un tiempo único) con el propósito de indagar (valorar) la incidencia de los indicadores de una variable en una población (objeto de estudio) y proporcionar su descripción (los hallazgos).

Las técnicas de recolección de datos fueron la búsqueda de información en medios digitales (páginas Web) de diversas fuentes relacionadas con tecnologías de la información y comparaciones de planes de estudios de carreras similares a la de Licenciado en Tecnologías de Información y Comunicaciones de otras universidades.

El instrumento utilizado para realizar el análisis de información fue una guía de recolección de datos en medios digitales.

Una vez obtenida información de diversas fuentes digitales (páginas web de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Chihuahua, de la Universidad Tecnológica de Chihuahua, del Instituto Tecnológico de Chihuahua II, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua), se integró una tabla comparativa de planes de estudios de las diferentes carreras relacionadas con tecnologías de información con mayor concurrencia de alumnos en la ciudad de Chihuahua.

La tabla comparativa sirvió para detectar áreas de oportunidad que pudieran considerarse en el plan de estudios de la Licenciatura en Administración de Tecnologías de Información y Comunicaciones que se ofrece en la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Resultados y discusión

Como parte fundamental del estudio, estaba considerado valorar el nivel de satisfacción que los egresados tenían con su carrera, en donde el 43% indicó su total satisfacción con la elección de la carrera cursada, el 19% señaló estar satisfecho, el 15% su valoración fue neutra, mientras que el 13% indicó insatisfacción y el 10% total insatisfacción, tal como se puede observar en la figura 1.

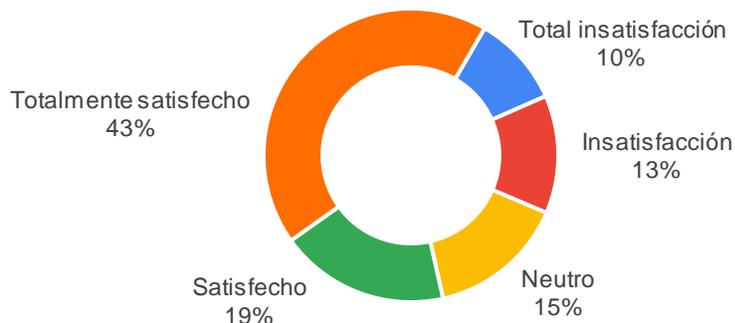


Figura 1. Satisfacción de los egresados con la carrera seleccionada.

Fuente: Propia de los autores.

Ahora bien, en cuanto a la valoración que hicieron los egresados sobre sus docentes, el 33% señaló estar totalmente de acuerdo con su actuación como profesor, el 36% mencionó estar de acuerdo, el 9% se mostró neutro en su respuesta, el 11% estuvo en desacuerdo con lo analizado y el 11% refirió estar en total desacuerdo con los docentes que tuvo en su carrera.

En cuanto a si lo visto en las aulas a lo largo de su carrera lo aplicó en sus áreas laborales (congruencia con el mercado laboral), el 20% estuvo totalmente de acuerdo, el 28% estuvo de acuerdo, el 21% se mostró neutro, el 20% estuvo en desacuerdo y el restante 11% estuvo en total desacuerdo.

Una parte fundamental fue valorar la percepción de los egresados sobre la experiencia que sus docentes tenían en el ámbito de las clases que impartieron, a lo cual el 29% señaló estar totalmente de acuerdo, el 35% mencionó estar de acuerdo, el 14% dio una valoración neutra, el 11% estuvo en desacuerdo y el 11% mostró total desacuerdo.

Ahora bien, en cuanto al análisis de los programas de estudio de otras Instituciones de Educación Superior (IES), la formación académica del área de tecnologías de la información se divide en áreas de formación académica, modalidad y total de materias en el plan de estudios. En resumen del análisis realizado, a continuación se dan las principales características:

- *Plan de estudios de la Licenciatura en Administración de Tecnologías de Información y Comunicaciones (Facultad de Contaduría y Administración de la UACH)*. Cuenta con un total de 55 materias y 6 optativas, las cuales se cursan en 9 semestres. Sus áreas de formación son: básica, profesional, específicas y optativas. Cuenta con modalidad presencial y virtual. A partir de sexto semestre es obligatorio realizar servicio social como requisito para titulación. Las materias técnicas específicas se imparten a partir del sexto semestre, dando prioridad en los semestres iniciales a materias de formación general en donde se aprecia más formación administrativa que tecnológica. Esto está provocando que no se fortalezca el aprendizaje de aspectos técnicos importantes para el mercado laboral. Los lenguajes y las bases de datos que se enseñan no son la tendencia hacia donde están caminando las tecnologías de información.
- *Plan de estudios de la Ingeniería en Tecnologías de la Información (Universidad Tecnológica de Chihuahua)*. Cuenta con 51 materias a cursarse en 11 cuatrimestres, con una carga de materias adecuada por cuatrimestre. Cuenta con áreas de especialización en Sistemas Informáticos; Multimedia y Comercio Electrónico; y, Redes y Telecomunicaciones. En el 11º cuatrimestre los alumnos realizan estadía en una empresa del sector productivo en donde fortalecen el aprendizaje llevando a la práctica los conocimientos aprendidos en el aula, lo que permite que los egresados de esta carrera tengan un buen posicionamiento en la comunidad laboral.
- *Plan de estudios de la Ingeniería en Ciencias de la Computación (Facultad de Ingeniería de la UACH)*. Cuenta con 55 materias y 5 optativas que se cursan en 9 semestres. Sus áreas de especialización son Ingeniería en Hardware e Ingeniería en Software. Los alumnos realizan prácticas profesionales a partir de cuarto semestre o según lo decida el interesado.
- *Plan de estudios de Ingeniería en Sistemas Computacionales (Instituto Tecnológico de Chihuahua II)*. Cuenta con 52 materias que se cursan en áreas de 9 semestres. Sus áreas de especialidad son Seguridad Integral en Tecnologías de Información y Comunicación; Sistemas Embebidos; Desarrollo de Aplicaciones para Aplicaciones Móviles. En el 9º semestre los alumnos realizan estadía en una empresa del sector productivo en donde fortalecen el aprendizaje llevando a la práctica los conocimientos aprendidos en el aula, lo que permite que los egresados de esta carrera tengan un buen posicionamiento en la comunidad laboral.

Se puede observar que la Universidad Tecnológica de Chihuahua, el Instituto Tecnológico de Chihuahua II y la Facultad de Ingeniería de la UACH, tienen planes de estudio con una visión hacia el futuro del mercado en lo relacionado en Tecnologías de Información y Comunicaciones, lo que lleva a concluir que es necesario que a la brevedad se haga un estudio profundo que permita modificar el plan de estudios de la Licenciatura en Administración de Tecnologías de Información y Comunicaciones que posicione a la carrera en el lugar que tuvo durante muchos años, al ser la pionera en ésta área de estudio en la comunidad chihuahuense.

Conclusiones

Una vez analizando todos los datos obtenidos en la encuesta, se puede concluir que el 88% de los egresados están satisfechos con la carrera que seleccionaron, lo que se ratifica con el valor de asimetría obtenido en el análisis estadístico. Es de observar que el 63% los egresados señalan que estuvieron satisfechos con el tiempo en el que consiguieron un empleo formal dentro de su área, mismo porcentaje que señala que el trabajo en que fue contratado era congruente con su propia carrera.

La visión que tienen los egresados es que su área de estudio es una buena oportunidad laboral, no estaban muy satisfechos con el nivel de ingresos económicos que tenían a la fecha, aunque también hay que considerar que más del 43% de los egresados sobrepasan los 7 salarios mínimos mensuales de ingreso (al menos 36,785 pesos mensuales). Esto último se puede entender como la permanente insatisfacción que se tiene en lo personal en este rubro, en donde siempre se desea tener más de lo que se percibe.

En cuanto a la satisfacción de los egresados con sus docentes, el 98% se mostró satisfecho con ellos, lo que permite concluir que los maestros han sido bien seleccionados por las autoridades de la Facultad y que imparten sus clases con temáticas pertinentes y actuales, que además demuestran experiencia en los temas propios de las materias.

Finalmente, el 87% se mostró satisfecho con los programas de estudio que llevaron durante su carrera, siendo el valor más bajo de las tres dimensiones sumativas analizadas, lo que permite determinar que hace falta una constante actualización de los temas que se incluyen en cada una de las materias; siendo una carrera que está en permanente cambio, se hace necesario una actualización, no solo en lo que está de actualidad sino en lo que viene en el futuro cercano. Esta es una de las tareas más relevantes que hay que considerar como resultado del estudio.

Los programas educativos relacionados con tecnologías de información y comunicaciones en Chihuahua, se ofertan en el Instituto Tecnológico de Chihuahua II, la Universidad Tecnológica de Chihuahua, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua y la Facultad de Contaduría de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Cabe mencionar, que en todos los casos se tuvo información amplia sobre la integración de los programas de estudio para definir la importancia que se le da a las áreas fundamentales de la licenciatura.

Del análisis realizado de los programas de estudio de las diversas carreras, se estima que son necesarios cambios muy importantes en el plan de estudios de la Licenciatura en Administración de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de la Facultad de Contaduría y Administración, fortaleciendo las materias técnicas y de innovación, para el desarrollo de habilidades y destrezas necesarias para enfrentar el cambiante mercado laboral.

El citado plan de estudios, requiere una renovación que permita orientar al estudiante hacia el desarrollo y administración de aplicaciones que apoyen el fortalecimiento en la organización en donde laboran, que englobe todo aquello que las organizaciones demanden y atiendan sus necesidades del presente y del futuro, así mismo que sea la innovación la principal fortaleza de los egresados.

Recomendaciones

- Modificar el nombre de la carrera a **Licenciatura en Sistemas de Información**, para que sea congruente con la orientación administrativa que tiene y deje de verse con un enfoque ingenieril.
- Crear una nueva asignatura integrando contenidos vigentes de las materias: *lenguaje y comunicación, habilidades y técnicas de aprendizaje universitario y universidad y conocimiento*, que sustituya a estas tres.
- Fortalecer las asignaturas relacionadas con *desarrollo de software y administración de bases de datos*.
- Incluir en los contenidos de las materias de desarrollo de software lo relativo al desarrollo de aplicaciones móviles (IOS y Android).
- Agrupar las materias optativas de noveno semestre en una sola asignatura bajo el principio de Academia Empresarial (18 créditos) en donde el alumno acudirá físicamente a una empresa a desarrollar un proyecto específico, tutorado por un maestro asignado (experto en el tema a desarrollar) y supervisado por un funcionario de la empresa (cliente), con el fin de proporcionar a los alumnos conocimientos y herramientas necesarias que les permitan fortalecer su desarrollo académico y ser competitivos en el ámbito laboral, reforzando además la vinculación académica.

Referencias Bibliográficas

- Carribero, A., Garbulinski, B., Genovese, S., & Jaureguiberry, L. (2009). Recuperado el julio de 2016, de <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/rrhh/capydesarrollo.html>
- Creative Research Systems. (2022). *Sample Size Calculator*. Obtenido de The Survey System: <https://surveysoftware.net/sscalc.htm>
- Dávila Newman, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Revista Laurus*(12), 180-205.
- Herbart, J. (1806). *Teoría de la Educación*. Recuperado el julio de 2016, de Biblioteca Virtual de Ciencias Sociales: <http://www.cholonautas.edu.pe/modulo/upload/Fermoso%20cap%208.pdf>
- Maradiaga, J. R. (Julio de 2016). *Apoyo a la Educación*. Obtenido de Reconocimiento: <http://www.latribuna.hn/news/105/ARTICLE/24689/2008-01-03.html>
- Piaget. (1982). *A Donde va la Educación* (4ta ed.). Teide, S.A. Barcelona.
- Rodríguez Jiménez, A., & Pérez Jacinto, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista EAN*(82), 179-200. doi:<https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Rousseau, J. (1762). *Biblioteca Virtual de Ciencias Sociales*. Recuperado el julio de 2016, de <http://www.cholonautas.edu.pe/modulo/upload/Fermoso%20cap%208.pdf>

Impacto del Centro de Información en la Formación de los Estudiantes del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria

Martha Adelfa Avalos Puga MD¹, Ausencio Azuara Domínguez Dr²,
Jessica Adriana Terán Anguiano MD³ y José Francisco Coronado Vázquez MC⁴

Resumen—En el presente trabajo se analizó el impacto del Centro de Información en la formación académica de los estudiantes de la Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería en Informática, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería en Energías Renovables y Licenciatura en Biología, en el periodo comprendido de enero a diciembre 2022. En el estudio, 9502 registros de asistencia de los estudiantes al centro de información fueron analizados mediante estadística de tendencia. En centro de información tiene mayor participación en la formación académica de los estudiantes de la Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil. Los hombres asisten con mayor frecuencia al centro de información que las mujeres. Los estudiantes asisten al centro de información con mayor frecuencia en el mes de septiembre. El resultado obtenido es información base para el diseño de estrategias de utilidad para fomentar en los estudiantes la asistencia al centro de información.

Palabras clave— Estudiantes, Centro de Información, asistencia, registros, docentes.

Introducción

La participación de los centros de información en las instituciones de nivel superior es un caso especial, ya que su público consta de estudiantes universitarios, de posgrado y de investigación (Martínez, 2015). Los centros de información son un espacio que han permitido mejorar los resultados educativos, y se han convertido en un espacio transformador de conocimientos, aprendizajes e investigaciones (Santo Domingo, 2005), debido a que los recursos brindados (préstamo, asistencia a las formaciones de usuario, accesos a las bases de datos, usos de aulas de estudio y trabajo) contribuyen en el razonamiento ético, pensamiento crítico, compromiso cívico y en la resolución de problemas (Mendes, 2018). Debido a lo anterior y a que actualmente no se tienen conocimiento del papel que juega el centro de información en la formación académica de los estudiantes del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, el objetivo de la presente investigación fue analizar el impacto del Centro de Información en la formación académica de los estudiantes de la Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería en Informática, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería en Energías Renovables y Licenciatura en Biología.

Descripción del Método

El trabajo de investigación fue realizado, de enero a diciembre del 2022, en el centro de información del Instituto Tecnológico de Cd Victoria, Tamaulipas. Para el estudio, se recabó la información de 9,502 estudiantes de las carreras que el instituto oferta. La información recabada fue: 1). Número de estudiantes asistentes al centro de información por carrera, 2). Número de hombre y mujeres asistentes al centro de información por mes y 3). Objetivo de asistencia (consulta bibliográfica para realizar una tarea, estudiar para un examen, trámite administrativo, realizar una investigación de un tema de interés y otros motivos) al centro de información. El resultado fue analizado mediante estadística básica de tendencia.

Comentarios Finales

Resumen de resultados.

Con base en el análisis de tendencia, los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial asistieron con mayor frecuencia al centro de información (n=2519), seguido de los estudiantes de la Ingeniería Civil (n=2377), Ingeniería en Energías Renovables (n=1534), Ingeniería en Gestión Empresarial (n=1411), Licenciatura en Biología (n=692), Ingeniería en Sistemas Computacionales (n=371), Ingeniería Mecánica (n=350), Ingeniería en Informática (n=152) e Ingeniería Electrónica (n=96) (Figura 1). Del total de número de estudiantes, los hombres (n=6176),

¹ Martha Adelfa Avalos Puga MD es Profesor de la carrera de Ing. Industrial del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, México. martha.ap@cdvictoria.tecnm.mx (autor correspondiente)

² Ausencio Azuara Domínguez Dr es profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Cd Victoria, México, dposgrado@cdvictoria.tecnm.mx

³ Jessica Terán Anguiano es profesor de la carrera de Ing en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, México. jessica.ta@cdvictoria.tecnm.mx

⁴ José Francisco Coronado Vázquez MC es profesor de la carrera de Ing Civil del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, México. jose.cv@cdvictoria.tecnm.mx

independientemente de la carrera, asistieron con mayor frecuencia al centro de información que las mujeres (n=3326; Figura 2). La asistencia ocurrió con mayor frecuencia en el semestre agosto-diciembre. En contraste, la asistencia de estudiantes al centro de información fue menor en el semestre Enero-Julio (Figura 3).

Así mismo, el análisis también indicó que el 74% de los alumnos asisten con mayor frecuencia a consultar bibliográfica para realizar una tarea (Figura 4).

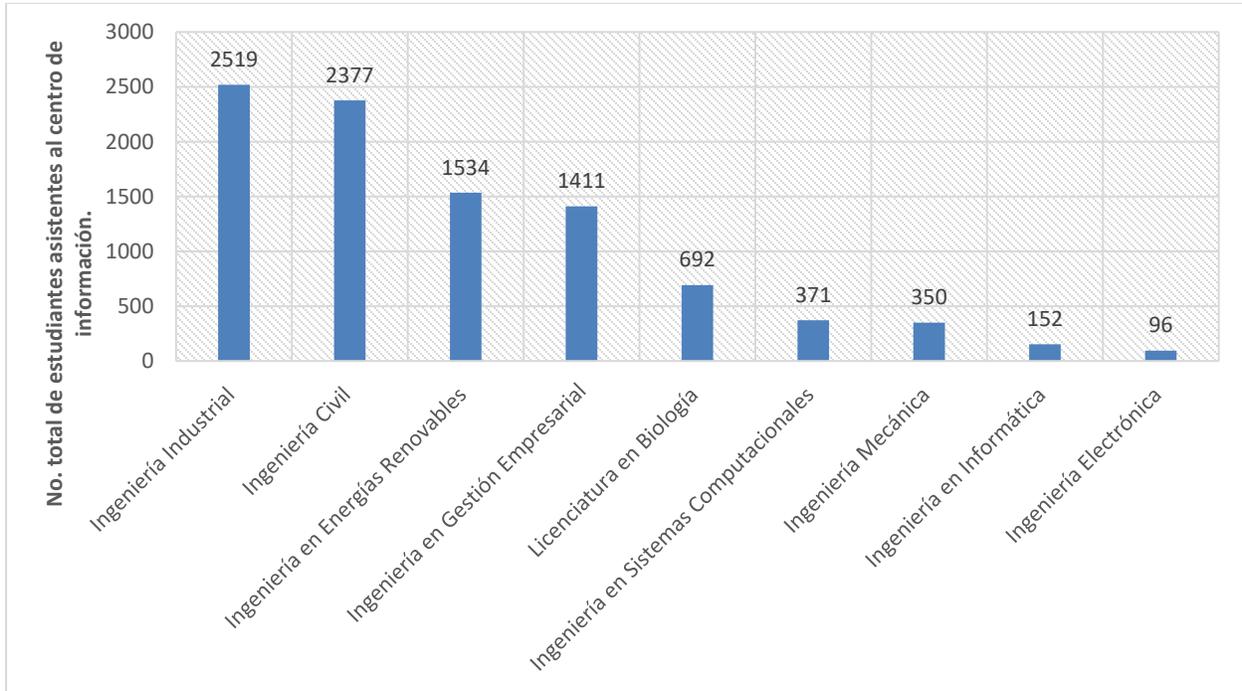


Figura 1. Análisis del número de estudiantes que asistieron al centro de información por carrera en el período de estudio.

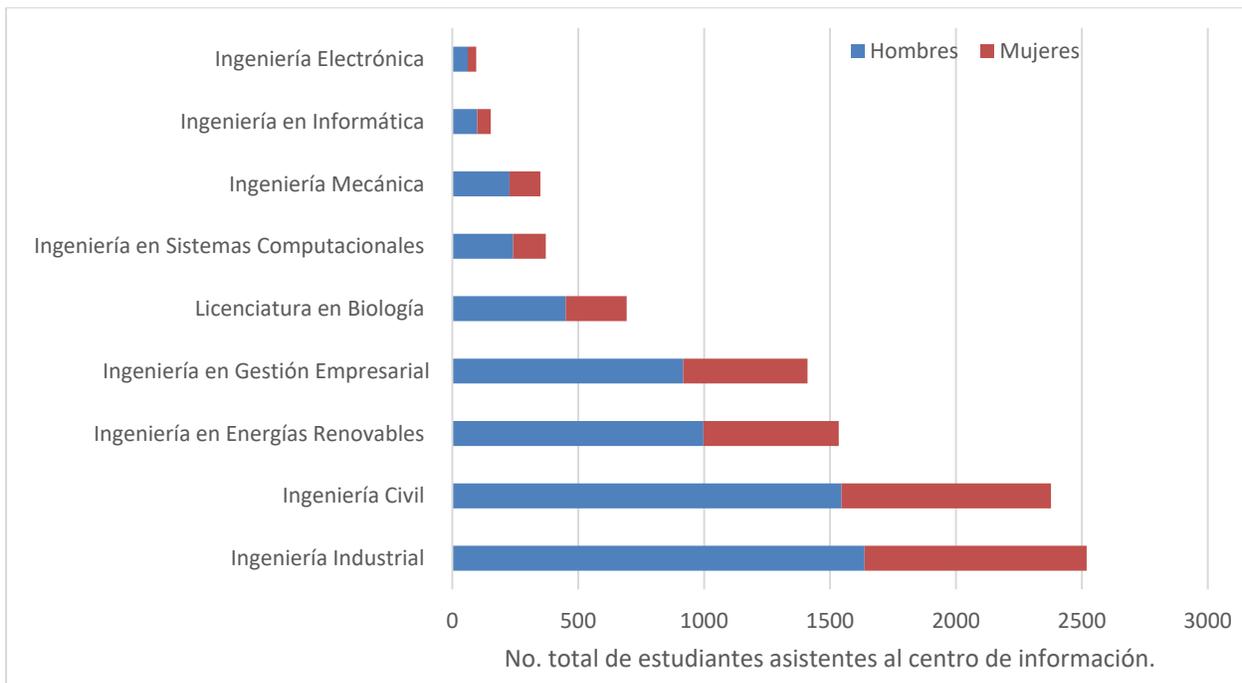


Figura 2. Análisis del número de mujeres y hombres que asistieron al centro de información por carrera en el período de estudio.

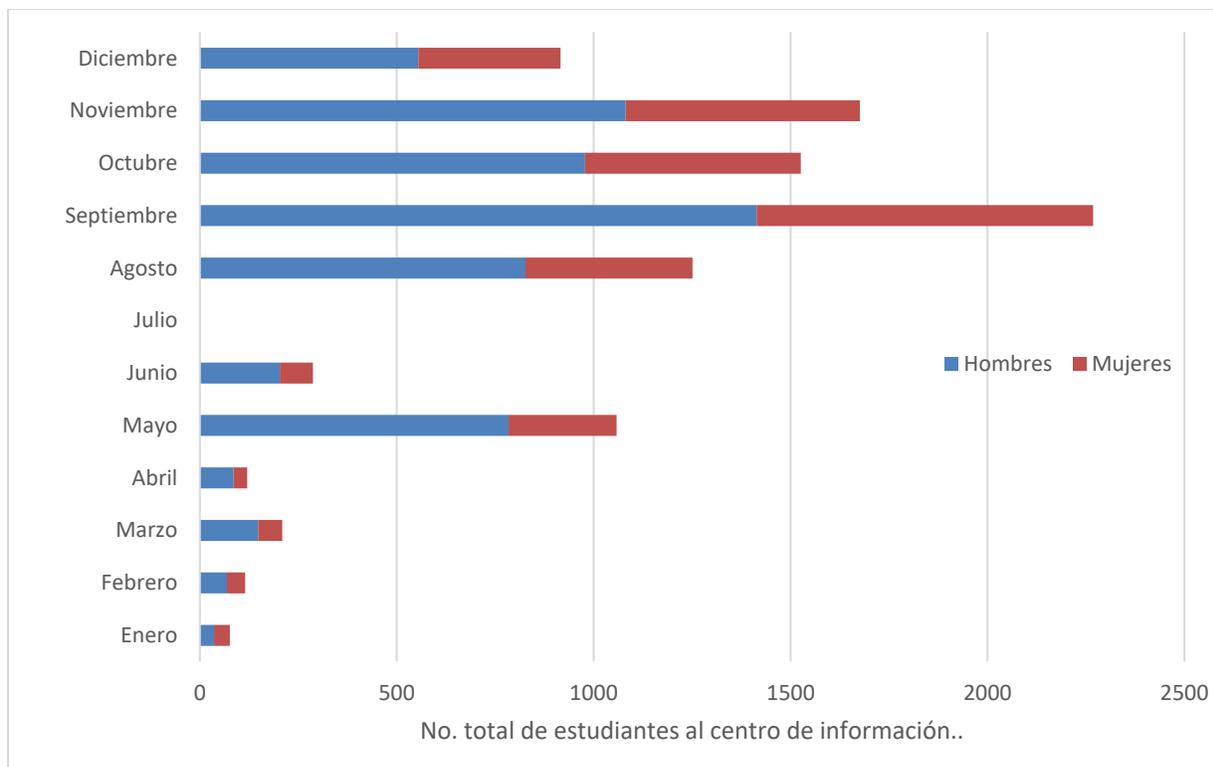


Figura 3. Análisis del número de mujeres y hombres que asistieron al centro de información por mes en el período de estudio.

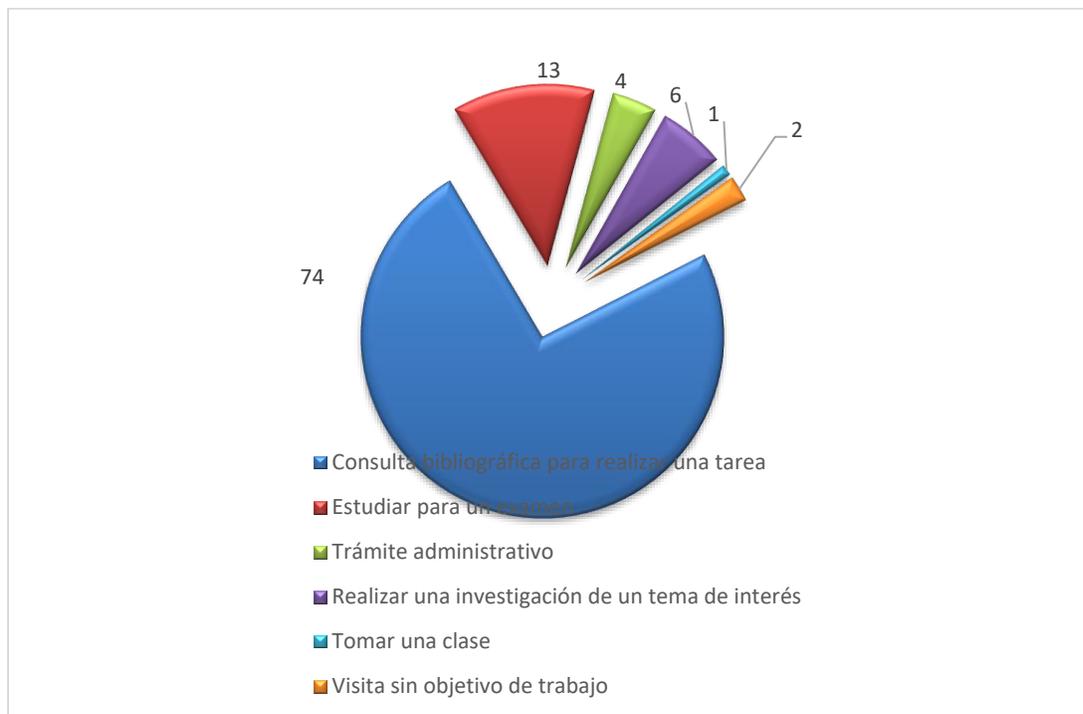


Figura 4. Análisis del objetivo de las mujeres y hombres que asistieron al centro de información en el período de estudio.

Conclusiones

El centro de información tiene un mayor impacto en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil. En contraste, la participación en la formación es menor en los estudiantes de Ingeniería en Electrónica. Lo anterior, puede estar correlacionado con la rapidez en la cual se genera la información. Es decir, apreciándose los libros que más frecuentemente se consultan en Ingeniería Industrial son: Investigación de Operaciones, Estudio del Trabajo, Calidad Total y Productividad, Manufactura y Ergonomía; y en Ingeniería Civil: Mecánica de Suelos, Análisis estructural, Análisis de Estructuras Reforzadas, Ciencias de Materiales y Ciencias e Ingeniería de Materiales. Mientras que la información relacionada con la Ingeniería Electrónica fluye más dinámicamente. Lo anterior, puede estar generando poco interés por consultar libros en el centro de información.

Recomendaciones

Fomentar en lo estudiantes la consulta de información base en las diferentes carreras que se ofertan.

Referencias

- Anglada, L. 2012. Bibliotecas universitarias: cabalgando la tecnología, siguiendo al usuario. Profesional de la información. 21: 553-556.
Martínez, B. J. G. 2015. Retos de la biblioteca universitaria frente a las aplicaciones móviles en México. Biblioteca Universitaria. 18: 131-142.
Mendes, V. 2018. ¿Cómo pueden las bibliotecas contribuir al aprendizaje y al éxito académico? Anuario ThinkEPI. 12: 164-165.
Santo Domingo, M. T. 2005. La función social de las bibliotecas universitarias. Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios. 20: 43-70.

Notas Biográficas

La **M.D. Martha Adelfa Avalos Puga** es profesora de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Terminó sus estudios de Maestría en Docencia en la Unidad Académica Multidisciplinaria de Ciencias Educación y Humanidades de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

El **Dr. Ausencio Azuara Domínguez** es profesor investigador del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas Terminó sus estudios de Doctorado en Etomología y Acarología en el Colegio de Posgrados, Texcoco, Estado de México, México. Ha publicado los artículos; Trapping *Scyphophorus acupunctatus*(Coleoptera: Curculionidae) with Fermented Tequila Agave, and identification of the Attractant Volatiles; Factors in the response of Agave Weevil, *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae), to the Major Compound in its Aggregation Pheromone.

La **M.D. Jessica Adriana Terán Anguiano** es profesora de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Terminó sus estudios de Maestría en Docencia en la Unidad Académica Multidisciplinaria de Ciencias Educación y Humanidades de la Universidad Autónoma de Tamaulipas

El **M.C. José Francisco Coronado Vázquez** es profesor de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Terminó sus estudios de Maestría en Ciencias en la Enseñanza de las Ciencias en el Centro Interdisciplinario de Investigación de Docencia en Educación Tecnológica en la Ciudad de Querétaro, Qro., México.

Apéndice

Cuestionario utilizado en la investigación

La información se recabó del control de asistencia diaria de los estudiantes al momento de ingresar al Centro de Información:

1. Nombre del estudiante
2. Carrera
3. Motivo de la visita
4. Libros consultados

Respuesta de dos Cultivares del Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la Aplicación de QuitoMax® en Condiciones de Salinidad

Carlos Ávila Amador¹, Dr. Leandris Argente Martínez²,
Dra. Ofelda Peñuelas Rubio³, M.C. Julio César García Urias, M.C. José Aurelio Leyva Ponce, Dr. Raúl Carlos López Sánchez⁴

Resumen— Se evaluó el efecto bioestimulante de QuitoMax® en plantas de tomate var. Vyta y Campbell-28 en condiciones de salinidad. El experimento se desarrolló en Cauto Cristo, Granma, Cuba, en un suelo salino sódico (CE 4 dS m⁻¹). El diseño experimental fue de bloques al azar, con arreglo factorial, con cuatro réplicas. Los tratamientos se aplicaron a los 12 días después del trasplante (DDT) a razón de 300 y 400 mg ha⁻¹ y control (agua destilada). A los 45 DDT, se evaluó altura de la planta, longitud de raíz, número de frutos, número de racimos por planta, diámetro ecuatorial, diámetro polar y rendimiento. La aplicación del QuitoMax® incrementó el número de racimos por planta y la masa de frutos comparados con el control. Los mejores resultados se obtuvieron al aplicar la dosis de 300 mg ha⁻¹.

Palabras clave— Vyta, bioestimulante, Campbell-28, conductividad eléctrica.

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) constituye, a nivel mundial, uno de los cultivos de mayor importancia por su extensión, demanda y formas de consumo. Su producción global, en el 2020, fue de más de 186 millones de toneladas métricas, en una superficie de 5 millones de hectáreas y un rendimiento promedio de 36 t ha⁻¹. En Cuba, es cultivada en casi todas sus regiones, llegando a ocupar el 22 % de las áreas dedicadas a la producción de hortalizas (FAOSTAT, 2020).

El rendimiento agrícola del tomate se afecta por factores abióticos y bióticos que causan una disminución considerable en las cosechas (Carvalho et al., 2020; Rodrigues et al., 2020). Cuando es cultivado en suelos salinos disminuye el rendimiento, puesto que es una especie glicófita, medianamente sensible a las sales. La mayor sensibilidad de este cultivo a la salinidad se presenta cuando la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo supera los 2.5 dSm⁻¹ (Alam et al., 2021).

Entre los efectos que la salinidad provoca en las plantas se tienen: efectos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos, tales como disminución de la fotosíntesis, una menor masa de los frutos (Bacha et al., 2017). Más de un millón de hectáreas, dedicadas a la agricultura, se encuentran afectadas por sales en Cuba y de ellas el 14 % se localizan en zonas de importancia agrícola (Abellón-Molina et al., 2021). En las provincias orientales el 65% de los suelos agrícolas son catalogados como salinizados (Vázquez-Glaría et al., 2021).

Los bioestimulantes son una variedad de productos que contienen principios activos. Estos, promueven el desarrollo, la productividad y contribuyen a mejorar la resistencia de las especies vegetales, a enfermedades e incremento de los rendimientos (Chele et al., 2021). Aunque se ha probado el efecto promotor del desarrollo en algunos cultivos (Rodríguez-Pedroso et al., 2017), hasta el momento no se conoce la respuesta de la planta en condiciones de salinidad por efecto del bioestimulante QuitoMax® en el cultivo del tomate en suelos salinos; ni de su resultado en la estimulación del crecimiento y rendimiento bajo estas condiciones de estrés. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta de dos cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Vyta y Campbell-28, a la aplicación de QuitoMax® en un suelo salino con una conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo de 4 dS m⁻¹, al oriente de Cuba.

Descripción del Método

Ubicación del área experimental

El experimento se desarrolló en el municipio Cauto Cristo provincia de Granma, Cuba, en el período de octubre del 2019 a febrero del 2020, en un suelo clasificado como salino sódico (Hernández-Jiménez et al., 2019) con

¹ En M.C. Carlos Ávila Amador es estudiante doctoral en la Universidad de Granma, Cuba. cavilaamador76@gmail.com

² El Dr. Leandris Argente Martínez es profesor investigador del Tecnológico Nacional de México campus Valle del Yaqui, (autor correspondiente) oleinismora@gmail.com

³ La Dra. Ofelda Peñuelas Rubio es profesora del Tecnológico Nacional de México campus Valle del Yaqui, Bácum, Sonora. openuelas.rubio@itvy.edu.mx

⁴ El Dr. Raúl Carlos López Sánchez es profesor de la Universidad, Granma, Cuba. rlopezs@udg.co.cu

una conductividad eléctrica del extracto de saturación de $CE=4 \text{ dS m}^{-1}$. Dicha clasificación se correlaciona con la establecida por la Wold Reference Base, para la clasificación genética de los suelos a nivel internacional (Zádorová et al., 2021). Durante la realización del experimento (promedio de cinco meses) las variables climáticas registraron valores promedios de 17.45 mm de precipitaciones, 73.55% de humedad relativa y 24.94°C de temperatura.

Variedades evaluadas

Se utilizaron los genotipos de tomate Vyta y Campbell-28, Estas variedades clasifican como tolerante y susceptible respectivamente, a la salinidad (Álvarez et al., 2008). La variedad Vyta procedente del Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” y la variedad comercial Campbell-28, introducida de los EEUU a dicho Instituto, ambas de crecimiento determinado.

Tratamientos y diseño experimental

Para el montaje del experimento se siguió un diseño experimental de bloques al azar, con arreglo factorial (2x3), replicando cuatro veces cada tratamiento. Los tratamientos consistieron en la combinación de las variedades Vyta y Campbell-28 y tres dosis del biostimulante QuitoMax® (0 mg ha⁻¹; 300 mg ha⁻¹ y 400 mg ha⁻¹) para un total de seis tratamientos (T1-Vyta-0 mg ha⁻¹; T2-Vyta-300 mg ha⁻¹; T3-Vyta-400 mg ha⁻¹; T4-Campbell-28-0 mg ha⁻¹; T5-Campbell-28-300 mg ha⁻¹ y T6-Campbell-28-400 mg ha⁻¹). Estos tratamientos fueron distribuidos en parcelas experimentales de 4x4 m, a un marco de plantación de 0.80 m entre hileras y de 0.30 m entre plantas. El trasplante se realizó a los 30 días después de la emergencia cuando las plantas cumplían con las características para ser trasplantadas. El bioestimulante se aplicó de forma foliar a los 12 días después del trasplante (DDT) todos a la misma hora de la mañana (08:00 h) y para el tratamiento control se aplicó agua destilada en la misma proporción de los tratamientos. La aplicación se realizó con una mochila MATABI con capacidad para 20 litros. A los 45 DDT se evaluó en cada parcela experimental, en un total de 30 plantas, la altura de la planta (AP, cm), longitud de la raíz (LR, cm), el número de frutos por plantas (NFP, unidad), el número de racimos por plantas (NRP, unidad), diámetro ecuatorial (DE, mm) y polar de los frutos (DP, mm), y el rendimiento agrícola (RA, t ha⁻¹) al final de la cosecha (145 DDT).

Análisis estadísticos

Se comprobó el cumplimiento de los supuestos teóricos de normalidad y homogeneidad de varianzas (Kolmogorov, 1933) y se realizó un análisis de varianza de clasificación doble, basado en un modelo lineal de efectos fijos (Fisher, 1937) para cada variable evaluada. Se empleó la prueba de comparación múltiple de Tukey para un nivel de significación del 1% (Tukey, 1960). Todos los análisis se desarrollaron mediante el uso del paquete estadístico profesional STATISTICA versión 14.0 para WINDOWS (StatSoft, 2014).

Comentarios Finales

Resumen de resultados

La aplicación de QuitoMax® tuvo un efecto positivo en el desarrollo de las plantas de tomate en condiciones de estrés por salinidad (Figura 1). La aplicación del QuitoMax® incrementa tanto la longitud de la raíz como la altura de la planta (Figura 2) en ambas variedades y los tratamientos en los que se aplica el bioestimulante fue superior respecto al control con cero aplicaciones (T1 y T4).

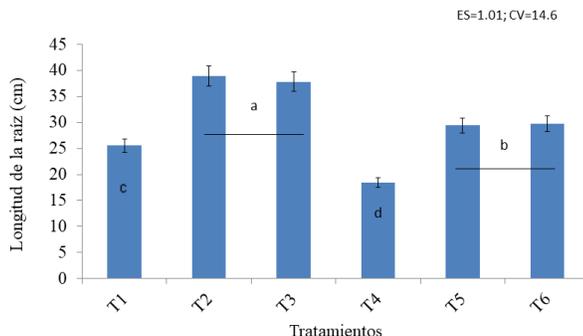


Figura 1. Longitud de la Raíz (LR) obtenidos al evaluar la combinación de cultivares de tomate y dosis de QuitoMax®. [T1- Vyta-0 mg ha⁻¹; T2-Vyta-300 mg ha⁻¹; T3-Vyta-400 mg ha⁻¹; T4-Campbell-0 mg ha⁻¹; T5-Campbell-300 mg ha⁻¹

y T6-Campbell-28-400 mg ha⁻¹]. Columnas con letras iguales no difieren significativamente por la prueba de comparación de Tukey para un nivel de significación del 1%. ES: error estándar. CV: coeficiente de variación.

La longitud de la raíz en la variedad Vyta mostró los mejores resultados al aplicar 300 mg ha⁻¹ con 29.4 cm (Figura 1), sin embargo, a 400 mg ha⁻¹ disminuyó. En la variedad Campbell-28 este indicador respondió al aumento de la concentración del bioestimulante, con diferencias significativas entre los tratamientos con bioestimulante ($p=0.00123$), con superioridad para la dosis de 400 mg ha⁻¹, obteniéndose valores de 24.6 cm (Figura 1). Estos resultados concuerdan con lo planteado por Malerba y Cerana (2016), quienes verificaron que se estimula la actividad de las enzimas relacionadas con la protección de oxidaciones biológicas causadas por la salinidad como la polifenoloxidasas, y la síntesis de metabolitos que tributan al desarrollo de las plantas.

Estos resultados se pueden explicar considerando que el quitosano, ingrediente activo de QuitoMax®, ha sido reconocido como un bioestimulante del crecimiento vegetal (Pichyangkura y Chadchawanb, 2015). También se ha reportado que ejercen diversos efectos beneficiosos en las plantas, tales como, la inducción de mecanismos defensivos y la estimulación del crecimiento vegetal, además de tener la ventaja de no ser dañinos a las plantas ni al medio ambiente (Terry et al., 2017). Por otra parte, Rodríguez-Pedroso et al. (2017) informaron que la aplicación de quitosano estimula el crecimiento del cultivo *Oryza sativa* L., con un aumento en la longitud de la raíz incluso en condiciones salinas, y que tal respuesta se relaciona con la mayor activación de los sistemas antioxidantes de las plantas.

La altura de la planta en la variedad Vyta mostró los mejores resultados al aplicar 300 mg ha⁻¹ con 58.4 cm (Figura 2), sin embargo, a 400 mg ha⁻¹ disminuyó. En la variedad Claudia el indicador altura de la planta respondió al aumento de la concentración del bioestimulante, con diferencias significativas entre los tratamientos con bioestimulante ($p=0.00123$), con superioridad para la dosis de 400 mg ha⁻¹, obteniéndose valores de 56.6 cm (Figura 2).

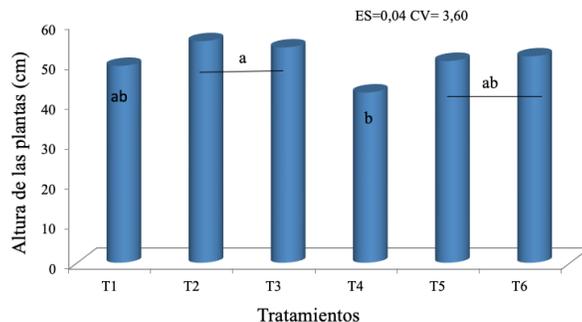


Figura 2. Altura de la planta (AP) obtenidos al evaluar la combinación de cultivares de tomate y dosis de QuitoMax®. [T1- Vyta-0 mg ha⁻¹; T2-Vyta-300 mg ha⁻¹; T3-Vyta-400 mg ha⁻¹; T4-Campbell-0 mg ha⁻¹; T5-Campbell-300 mg ha⁻¹ y T6-Campbell-28-400 mg ha⁻¹]. Columnas con letras iguales no difieren significativamente por la prueba de comparación de Tukey para un nivel de significación del 1%. ES: error estándar. CV: coeficiente de variación.

La respuesta obtenida podría estar relacionada con la variabilidad de la respuesta varietal ante estas condiciones de estrés abiótico. Estos resultados concuerdan con lo planteado por Malerba y Cerana (2016), que al evaluar el efecto de biostimulantes a base de quitosano verificaron que se estimula la actividad de las enzimas relacionadas con la protección de oxidaciones biológicas causadas por la salinidad como la polifenoloxidasas, y la síntesis de metabolitos que tributan al desarrollo de las plantas. Por otra parte, Molina et al. (2017) señala que las plantas tratadas con quitosano en una dosis de 350 mg ha⁻¹ presentan alturas mayores, con incrementos de altura hasta de 16,57% en comparación al control. El incremento en el área foliar es de gran importancia debido a que favorece una mayor asimilación de energía solar para el proceso de fotosíntesis y provocar una mayor producción de fotoasimilados (Bhargava y Khalatkar, 2004).

En las variables número de frutos por plantas (NFP) número de racimos florales (NRF) y número de frutos por planta (NFP) Se evidencia un efecto positivo al aplicar el bioestimulante, el tratamiento sin aplicación del bioestimulante muestra niveles inferiores a los que se le aplicó el QuitoMax® (Cuadro 1).

Tratamientos	NFP	NRF	NFrP
T1	38.14	10.98	30.46
T2	61.10	16.76	55.21

T3	55.38	13.00	45.46
T4	20.66	7.52	21.33
T5	29.66	9.58	39.73
T6	32.80	11.02	38.93

Cuadro 1. Efecto del QuitoMax® en el número de flores (NFP), número de racimos florales (NRF) y número de frutos por planta (NFP) de tomate.

Resultados similares reportaron, Ruiz et al. (2009), al observar un aumento en el número de racimos, frutos y en el rendimiento por planta, en ese mismo cultivar, al asperjar 10 mg ha⁻¹ del producto BB-16 a los 15 días DDT. Alarcón et al., (2011), señalaron una influencia positiva del BB-16 en el rendimiento de plantas de tomate cv. ‘Campbell-28’ con la concentración de 0,01 mg L⁻¹, en un suelo Fluvisol típico aunque en ambos casos sin la presencia de sales.

Al evaluar el número de racimos y frutos por plantas mostró los mayores valores en ambas variedades a la concentración de 300 mg ha⁻¹ y disminuyó al aumentar la concentración a 400 mg ha⁻¹, en el caso de la variedad Vyta significativamente (Cuadro 1). En la variedad Vyta se obtiene diferencia significativa entre todos los tratamientos y en la variedad Campbell-28 entre los tratamientos a 300 mg ha⁻¹ y 400 mg ha⁻¹ no se observaron diferencias significativas en las condiciones de estudio.

En la figura 3 se aprecia como la aplicación del bioestimulante QuitoMax® influyó positivamente en el diámetro polar de los frutos, en todos los casos los tratamientos con bioestimulantes fueron superiores al control. Al evaluar el diámetro polar en los frutos de la variedad Vyta se observa que los tratamientos aumentaron con respecto al control, en 6.66 mm y 11.86 mm en los tratamientos con concentraciones de 300 mg ha⁻¹ y 400 mg ha⁻¹ respectivamente, en la variedad Campbell-28 el comportamiento fue similar pero el incremento fue de 3.24 (300 mg ha⁻¹) y 4.46 (400 mg ha⁻¹).

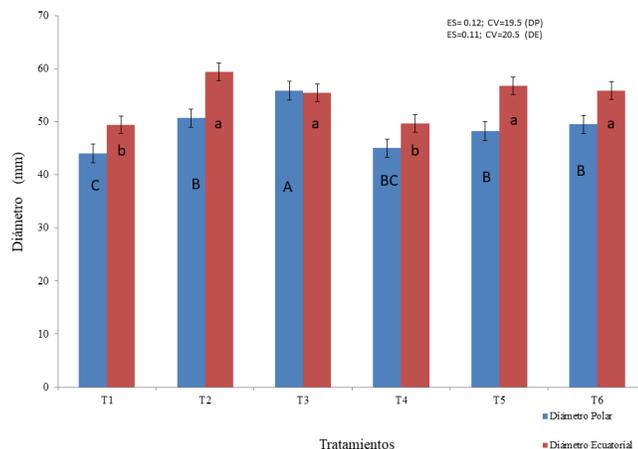


Figura 3. Diámetro polar (DP) y ecuatorial (DE) de los frutos obtenidos al evaluar la combinación de cultivares de tomate y dosis de QuitoMax®. [T1- Vyta-0 mg ha⁻¹; T2-Vyta-300 mg ha⁻¹; T3-Vyta-400 mg ha⁻¹; T4-Campbell-0 mg ha⁻¹; T5-Campbell-300 mg ha⁻¹ y T6-Campbell-28-400 mg ha⁻¹]. Columnas con letras iguales no difieren significativamente por la prueba de comparación de Tukey para un nivel de significación del 1%. ES: error estándar. CV: coeficiente de variación.

El diámetro ecuatorial y polar de los frutos determina el tamaño de estos, entre mayores sean esos valores mejor debe ser la respuesta productiva asociada con el tamaño y peso de los frutos de tomate. Dimas et al. (2009) al evaluar el uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero encontraron que esta característica es también influenciada por los abonos empleados.

El rendimiento obtenido, demuestra que los tratamientos que se aplicó el QuitoMax®, presentan resultados superiores al control en ambas variedades, destacándose el tratamiento a concentración de 300 mg ha⁻¹ en la variedad Vyta, el cual difiere significativamente del resto (Figura 4). El tratamiento 300 mg ha⁻¹ en la variedad Vyta registró diferencia de 13.65 t ha⁻¹, con respecto al control de la misma variedad y 7.8 t ha⁻¹ al compararlo con el tratamiento a concentración de 400 mg ha⁻¹. En la variedad Campbell-28, se registró un aumento en los rendimientos de 11.36 t ha⁻¹ al aplicar 300 mg ha⁻¹ y de 3.73 t ha⁻¹ al compararlo con el control.

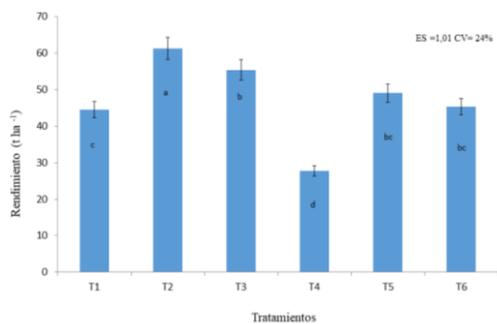


Figura 4. Rendimiento agrícola (t ha⁻¹) de los frutos obtenidos al evaluar la combinación de cultivares de tomate y dosis de QuitoMax®. [T1- Vyta-0 mg ha⁻¹; T2-Vyta-300 mg ha⁻¹; T3-Vyta-400 mg ha⁻¹; T4-Campbell-0 mg ha⁻¹; T5-Campbell-300 mg ha⁻¹ y T6-Campbell-28-400 mg ha⁻¹]. Columnas con letras iguales no difieren significativamente por la prueba de comparación de Tukey para un nivel de significación del 1%. ES: error estándar. CV: coeficiente de variación.

En el tratamiento 400 mg ha⁻¹ los rendimientos son inferiores que los registrados a concentraciones de 300 mg ha⁻¹ en ambas variedades, aunque solo en la variedad Vyta se muestran diferencias significativas (p=0.00126).

Al evaluar el QuitoMax® sobre el rendimiento de la variedad de tomate Amalia, Jiménez et al. (2015) demostraron que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos donde se aplicara las diferentes dosis de quitosano, pero estas concentraciones aplicadas sí difirieron del tratamiento control, efecto muy similar al obtenido en el presente estudio. Los resultados concuerdan con los reportados por varios autores que encontraron un efecto estimulante de QuitoMax® en papas (*Solanum tuberosum* L.) (Morales et al., 2015) y frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.) (Morales et al., 2016), mostrando la mejora de la productividad en indicadores de estos cultivos cuando el QuitoMax® fue aplicado foliar en concentraciones similares a las utilizadas en este trabajo.

Aunque todas las variedades expresan un comportamiento inferior a su potencial de producción, la variedad Vyta con la dosis de 300 mg ha⁻¹ mostró los mejores indicadores económicos (datos no mostrados) y productivos, su rendimiento supera significativamente al resto de los tratamientos.

La reducción del rendimiento de los dos cultivares empleados puede ser explicado por la condición de estrés salino a la cual fueron sometidas en el presente trabajo. Es relatado en varios trabajos y en diferentes especies que el estrés salino influencia directamente el rendimiento y la calidad de los frutos de tomate (Alam et al., 2021, Chele et al., 2021). El uso del bioestimulante QuitoMax® minimizó el efecto perjudicial del suelo salino, permitiendo mayor producción asociada con la respuesta genética de cada cultivar con destaque para la cultivar Vyta.

Conclusiones

La aplicación del bioestimulante QuitoMax® tiene un efecto positivo en las variables evaluadas en el cultivo del tomate en condiciones de salinidad. Los mejores resultados se obtuvieron al aplicar la dosis de 300 mg ha⁻¹ independiente de la variedad de tomate evaluada. La aplicación de bioestimulante QuitoMax® en tomate que se establecen en suelos salinos a una CE = 4 dS m⁻¹ eleva los rendimientos y los beneficios económicos del cultivo.

Referencias

- Abellón-Molina, M. I., M. D. G. Posada-Dacosta, K. Torres-Calzado, R. A. García-Reyes, J. A., Villazón-Gómez y E. C. Velázquez-Sánchez. "Remote Sensing of Salinity in Agroecosystem of Mayarí, at Holguín Province, Cuba". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 30, No. 1, 2021.
- Alam, M. S., M. Tester, G. Fiene y Mousa, M. A. A. "Early growth stage characterization and the biochemical responses for salinity stress in tomato". *Plants*, Vol. 10, No. 4, 2021.
- Alarcón, A., P. Barreiro, M. Godefroy y Boicet T. "Efecto del Biobras-16 en algunos indicadores del crecimiento y rendimiento del tomate, variedad 'Campbell-28'". *Revista Granma Ciencia*, Vol. 15, No. 2, 2011.
- Álvarez, M. "Claudia, Mercy y Mayle, tres nuevas variedades de tomate para el consumo fresco". *Cultivos tropicales*. Vol. 29, No.1, 2008.
- Bacha, H., M. Tekaya, S. Drine, F. Guasmi, L. Touil, H. Enneb, T. Triki, F. Cheour y A. Ferchichi. "Impact of salt stress on morpho-physiological and biochemical parameters of *Solanum lycopersicum* L. cv. Microtom leaves". *South African Journal of Botany*. Vol.108, 2017

- Bhargava, Y. R. y A.S. Khalatkar. "Improved performance of *Tectona grandis* seeds with gamma irradiation". *Seed Research in Horticulture*, Vol. 215, 2004.
- Carvalho, T. S. y A. C. P. Lima. "Mitigation of osmotic stress by *Serratia nematodiphila* in tomato seedlings". *Research, Society and Development*, Vol. 9, No. 10, 2020.
- Chele, K. H., P. Steenkamp, L. A. Piater, I. A. Dubery, J. Huyser y F. Tugizimana. "A global metabolic map defines the effects of a Si-based biostimulant on tomato plants under normal and saline conditions". *Metabolites*, Vol. 11 No. 12, 2021.
- Dimas, N. R, P. C. Ríos, U. F. Viamontes, E. F. Chavéz, A.M. Resendez, C. M. Hernández y P. P. Rangel. "Uso de abonos orgánicos en la producción de tomates en invernaderos". *Terra Latinoamericana*, Vol. 27, No. 4, 2009.
- FAOSTAT (2020). Dirección de internet: <https://www.fao.org/faostat/es/#compare>.
- Fisher, R.A. 1937. *The Design of Experiments*. Edinburgh, London: Oliver and Boyd.
- Hernández-Jiménez, A., J. M. Pérez-Jiménez, D. Bosch-Infante y N. C. Speck. "La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015". *Cultivos Tropicales*, Vol. 40, No.1, 2019.
- Jiménez, A. M. C., J.C. Terrero, L.G. González, I. Paz y A. Falcón. "Evaluación de la aplicación de quitosana sobre parámetros agronómicos del cultivo de tomate H-3108 (*Solanum lycopersicum* L.) en casas de cultivo". *Centro Agrícola*, Vol. 42, No. 3, 2015.
- Kolmogorov, A. "Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione". *Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari*, Vol. 4, 1933.
- Malerba, M. y R. Cerana. "Chitosan Effects on Plant Systems". *International Journal of Molecular Science*, Vol. 996, 2016.
- Molina, J., M. Colina, D. Rincón y J. Vargas. "Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a)". *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, Vol. 8, No. 2, 2017.
- Morales, D., J. Dell Amico, E. Jerez, Y. Díaz, y R. Martín. "Efecto del QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)". *Cultivos Tropicales*, Vol. 37, 2016.
- Morales, D., L. Torres, E. Jerez, A. Falcón, y J. Dell Amico. "Efecto del QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)". *Cultivos Tropicales*, Vol. 36, 2015.
- Pichyangkura, R y S. Chadchawanb. "Bio-stimulant activity of chitosan in horticulture". *Science Horticulturae*. Vol. 196, 2015.
- Rodrigues, R. R., S. Cola, M. Pechara, R. Sales, R. Guarnier, D. Pureza, I. Martins, J. Nogueira y S.de Araújo. "Tomato cultivation in a protected environment under different soil water tensions". *Research, Society and Development*, Vol. 9, No. 11, 2020
- Rodríguez-Pedroso, A., M. Ramírez-Arrebató, A. Falcón-Rodríguez, S. Bautista-Baños, E. Ventura-Zapata y Y. Valle-Fernández. "Efecto del QuitoMax® en el rendimiento y sus componentes del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) var. INCA LP 5". *CultivosTropicales*, Vol. 38, No. 4, 2017.
- Ruiz, J., T. Tejada, E. Terry y M. M. Díaz. "Aplicación de bioproductos a la producción ecológica de tomate". *Cultivos Tropicales*, Vol. 30, No. 3, 2009.
- StatSoft. STATISTICA 13.3. StatSoft Incorporation Version 13.3. 2009.
- Terry, E., A. Falcón, J. Ruiz, Y. Carrillo y H. Morales. "Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®". *Cultivos Tropicales*, Vol. 38, No. 1, 2017.
- Tukey, J.W. "A survey of sampling from contaminated distributions". In: Olkin, I., (ed). *Contribution to probability and statistics: essays in honor to Harold Hotelling*. Redwood City, Stanford University Press. 1960.
- Vázquez-Glaría, A., B. Eichler-Löbermann, F. G. Loiret, E. Ortega y M. Kavka. "Root-system architectures of two Cuban rice cultivars with salt stress at early development stages". *Plants*, Vol. 10, No. 6, 2021.
- Zádorová, T., J. Skála, D. Žížala, A., Vaněk y V. Penížek. "Harmonization of a large-scale national soil database with the World Reference Base for Soil Resources". *Geoderma*, Vol. 384, 2021.

Notas Biográficas

El **MSc. Carlos Avila Amador** es profesor del Departamento de Agronomía en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Granma (UDG), Cuba. Desarrolla el doctorado en temáticas vinculadas al estrés abiótico.

El **Dr. Leandris Argente Martínez** es profesor-investigador del Departamento de Ingenierías del Tecnológico Nacional de México campus Valle del Yaqui. Se dedica al estudio del efecto del estrés abiótico sobre las especies vegetales en agroecosistemas perturbados.

La **Dra. Ofelda Peñuelas Rubio** es profesora-investigadora del Departamento de Ingenierías del Tecnológico Nacional de México campus Valle del Yaqui. Desarrolla la línea de investigación sobre el estudio de las relaciones microbiota-plantas en agroecosistemas perturbados.

El **M.C. Julio César García Urias** es profesor del Departamento de Ingenierías del Tecnológico Nacional de México campus Valle del Yaqui y desarrolla estudios relacionados con Agroecología y Desarrollo sustentable.

El **M. C. José Aurelio Leyva Ponce** es profesor del Departamento de Ingenierías del Tecnológico Nacional de México campus Valle del Yaqui y se dedica a la producción de plántulas de interés agroindustrial.

El **Dr. Raúl Carlos López Sánchez** es profesor investigador del Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Granma, Cuba. Investiga en temáticas vinculadas al estrés abiótico.

Productos de Aprendizaje como Medio de Evaluación en la Enseñanza de las Matemáticas

Dra. Magdalena Apasra Bandala Garcés¹, Dr. Aarón Flores Gil²

Resumen—La evaluación es un elemento propio e indispensable en el proceso de enseñanza-aprendizaje; que, en el caso ideal permita al docente valorar los logros mediante el aprendizaje significativo de sus alumnos. En la enseñanza de las matemáticas el trabajo para el docente se incrementa con la evaluación tipo cuestionario de *una selección de ejercicios representativos de cada tema que el alumno sea capaz de desarrollar en un tiempo razonable*. En los últimos años con el modelo por competencias y la integración de la tecnología a la educación se presentan nuevos retos para el docente en el proceso de evaluación, donde se incorpore otras formas que resulten atractivas para el alumno y al mismo tiempo facilite la evaluación. En este trabajo llamamos producto de aprendizaje a un objeto físico o digital que contenga información, desarrollo y/o solución de algún problema en particular. Los productos de aprendizaje se basan en las actividades que se establecen por el docente durante el desarrollo de una asignatura, una vez realizada la actividad con la información reunida, se espera que el estudiante sea capaz de identificar las bases y herramientas para aplicar las metodologías y desarrollar algún elemento como: video, juego, revista, cartel, cuestionario, portafolio, etc., donde se refleje la apropiación del conocimiento permitiendo determinar el nivel de comprensión y destreza en el manejo de información, entonces el producto obtenido pueda servir como un medio y estrategia de evaluación. En este trabajo se presenta un estudio basado en las notas obtenidas en el desarrollo de cursos de matemáticas básicas universitarias comparando las notas de los estudiantes que fueron evaluados mediante el diseño y construcción de productos de aprendizaje con aquellos que tuvieron una evaluación diferente.

Palabras clave— Evaluación, producto de aprendizaje, competencia matemática.

Introducción

En el ámbito educativo diferentes estrategias se han implementado con el objetivo de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, en las últimas décadas con la integración de la tecnología a la educación y el trabajo en línea se presenta un reto para el docente incorporar procesos de evaluación basados en el modelo por competencias y que además integren nuevas formas de medir la apropiación del conocimiento en los alumnos. La competencia matemática establece que el alumno adquiera la habilidad para interpretar y relacionar elementos propios de la matemática para analizar y aplicar modelos o algoritmos que le permitan resolver problemas relacionados a la vida cotidiana y el mundo laboral (Córdoba y Oliveros 2014, García 2018), según Álvarez y Valverde (2021) la competencia matemática es la habilidad de analizar, interpretar y expresar con claridad y precisión información, datos y argumentaciones para resolver problemas en cualquier ámbito. De manera general podemos decir que la competencia matemática en los individuos integra desde la utilización de conceptos básicos hasta la relación y enlace de diferentes herramientas de la matemática que le permitan identificar los elementos que puede aplicar para solucionar problemas académicos, personales, de la vida real y laboral.

La evaluación desde esta perspectiva debe dirigirse a un proceso donde se involucre al alumno permitiendo concientizarse de sus propias fortalezas, necesidades y actitudes necesarias para el logro de la competencia, el docente debe ser responsable y proporcionar al alumno el tipo de evaluación acorde a estos requerimientos. Como lo consideran Rodríguez, Navarro y García (2018) que las prácticas evaluativas deben dirigirse a procesos que lleven al alumno a una retroalimentación constante según sus necesidades.

En la literatura especializada se encuentran diversas propuestas de instrumentos y medios para la evaluación de la competencia matemática, una de estas propuestas es el Objeto de Aprendizaje (OA). Los objetos de aprendizaje son recursos para apoyar en el proceso de apropiación del conocimiento (Wiley, 2000), Salinas y Coyote (2011) se refieren a los OA como objetos que deben integrar al elemento instruccional y el tecnológico, la IEEE (2002) define al OA como cualquier entidad digital o no digital, que puede usarse para el aprendizaje, la educación o la capacitación. La idea principal de un OA se refiere a la relación entre objetos y tecnología en entornos donde se integran contenido y manejo de herramientas digitales considerando que la principal función de un OA es la trasmisión del conocimiento fomentando en el individuo el autoaprendizaje

Basado en el concepto de IEEE, en este trabajo se define al producto de aprendizaje (PA) como un objeto físico o digital que contenga información, desarrollo y/o solución de algún problema o teoría en particular. El objetivo

¹ Magdalena Bandala Garcés es Profesor Investigador en la Facultad de Ciencias Educativas de la Universidad Autónoma del Carmen, Campeche, México. mbandala@pampano.unacar.mx (autor corresponsal)

² Aarón Flores Gil es Profesor Investigador en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Carmen, Campeche, México. aarflor@pampano.unacar.mx

es que el alumno mediante el proceso de diseño, construcción y ejecución del PA se apropie del conocimiento esperado produciendo el efecto de autoaprendizaje y habilidad creativa. En este caso los PA se basan en las actividades que se establecen por el docente durante el desarrollo de un tema, una vez realizada la actividad con la información reunida, se espera que el estudiante sea capaz de identificar las bases y herramientas para aplicar las metodologías y desarrollar algún elemento como: video, juego, revista, cartel, cuestionario, portafolio, etc., donde se refleje la apropiación del conocimiento permitiendo determinar el nivel de comprensión y destreza en el manejo de información. Mediante este producto el docente pueda valorar el avance de los aprendizajes.

En este trabajo se presenta un estudio sobre el nivel de apropiación del conocimiento en estudiantes de matemáticas básicas universitarias en diferentes programas educativos que fueron evaluados mediante dos modalidades, una de las cuales son los productos de aprendizaje realizados y presentados ante grupo por los alumnos. La observación se realizó en el porcentaje de alumnos que no logran en aprendizaje esperado y quedan por debajo de la nota esperada.

Descripción del Método

La investigación se realizó con estudiantes del primer semestre del área de Humanidades en la Universidad Autónoma del Carmen Campeche, México. Se trata de un estudio comparativo del porcentaje de conocimiento no alcanzado según el tipo de evaluación.

La muestra está integrada por 120 alumnos pertenecientes a cuatro grupos de 30 estudiantes cada uno. La observación se realiza mediante comparación de resultados obtenidos después de la evaluación, revisando el porcentaje de alumnos que no lograron el mínimo aprendizaje esperado. Se realizó un análisis de las notas obtenidas en dos momentos, en el primer momento se registra las notas obtenidas mediante la aplicación de una prueba tipo cuestionario donde se integra la base conceptual y la metodología para resolver una serie de problemas representativos en modalidad presencial. En el segundo momento se registran las notas obtenidas en la presentación de un producto de aprendizaje frente a grupo por parte de los estudiantes organizados en equipos.

Resultados

Los resultados que se presentan son según las notas obtenidas en cada una de las modalidades aplicadas para la evaluación por parte del docente. El análisis se realiza visualizando el porcentaje de alumnos que quedan por debajo de la nota requerida para lograr el aprendizaje, en este estudio se considera las notas no acreditadas como aquellas menores o iguales a 60 considerando la mayor nota al 100. En la Figura 1, se puede identificar el porcentaje de alumnos que no logran el aprendizaje esperado según el tipo de evaluación, las notas obtenidas por los alumnos quedan por debajo de la calificación necesaria para considerarse que logran el aprendizaje.

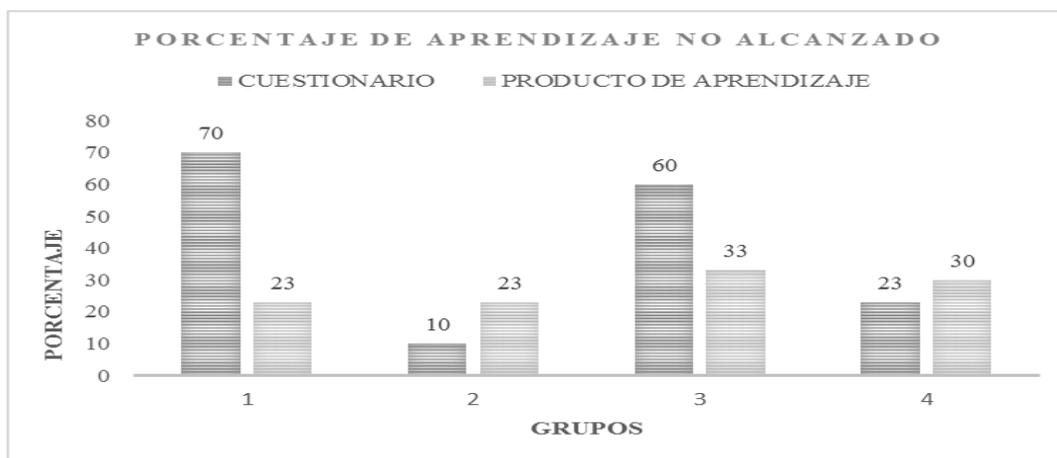


Figura 1. Porcentaje de alumnos que no lograron el aprendizaje esperado según tipo de evaluación.

En el cuadro 1 se muestra un comparativo del porcentaje de alumnos con notas menores o iguales a sesenta y mayores que sesenta según tipo de evaluación en los cuatro grupos considerados. Se puede notar de manera general, que en la evaluación mediante PA el porcentaje de reprobación es menor que en el caso de la aplicación del cuestionario, cabe hacer mención que en los grupos dos y cuatro existe un menor porcentaje de aprendizaje no alcanzado en la evaluación por cuestionario, en estos casos se observó por parte del docente que los alumnos utilizaron

un mínimo de herramientas digitales en el desarrollo del producto de aprendizaje y presentaron una mayor preocupación en la prueba tipo cuestionario, por lo que, dedicaron más tiempo de estudio para la prueba.

Tipo evaluación	Porcentaje de alumnos con		Total
	Nota \leq 60	Nota $>$ 60	
<u>Cuestionario</u>			
Grupos 1	70	30	100%
2	10	90	
3	60	40	
4	23	77	
<u>Producto de aprendizaje</u>			
Grupos 1	23	77	100%
2	23	77	
3	33	67	
4	30	70	

Cuadro 1. Porcentaje de alumnos que obtuvieron notas menores y mayores que el valor mínimo aprobatorio

Conclusiones

En este trabajo llamamos producto de aprendizaje a un objeto físico o digital que contenga información, desarrollo y/o solución de algún problema en particular realizado por el alumno y utilizado como medio de evaluación, se considera que este método estimula el estudio auto-controlado promueve el trabajo colaborativo, posibilita el manejo de información contribuyendo a la autonomía intelectual del estudiantado.

En los resultados obtenidos se nota que existe una mayor resistencia por las pruebas tipo cuestionario desarrollado en el aula, se puede ver que el porcentaje de aprendizaje no alcanzado por esta metodología de evaluación es mayor que en el caso de la presentación de un producto de aprendizaje. El porcentaje de aprendizaje no logrado en el caso del cuestionario va del veintitrés al setenta por ciento mientras que la evaluación por PA el porcentaje es del veintitrés al treinta por ciento. La observación del porcentaje de alumnos que no alcanzan el aprendizaje esperado permitió identificar un área de oportunidad para el desarrollo de investigación educativa en el tema de estrategias de evaluación en el desarrollo de cursos de matemáticas universitarias. Como trabajo futuro queda realizar el estudio para estudiantes de otras áreas del conocimiento.

Referencias

- Álvarez, Y., Valverde O. "La Evaluación de las Competencias Matemáticas Abordada desde Lineamientos Socio Formativos Basado en las Evidencias". *Redipe, Educación, Didáctica y Reflexión* Vol. 10, Núm. 4, 2021
- García, R. "Diseño y construcción de un instrumento de evaluación de la competencia matemática: aplicabilidad práctica de un juicio de expertos". doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-40362018002601263>, 2018.
- IEEE, Learning Object Metadata, Disponible en: <http://lsc.ieee.org/wg12/>. 2002.
- Rodríguez, F., Navarro, C., y García, M. "Concepciones sobre la práctica docente en matemáticas: Un estudio de caso". *ECORFAN*, 1-13, 2018.
- Salinas y Coyote, E. "Objetos de Aprendizaje Significativo" disponible en Wiley, D.A., 2011.
- Wiley, D. A. "Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and taxonomy", 2000. In D A Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.

Proyecto de Mejora del Centro de Autoacceso Poza Rica de la Universidad Veracruzana

MDE. María del Carmen Barragán Albarrán¹, Dra. Anabel Gutiérrez Rodríguez²,
ME. Erika Paulina Madrigal Chavero³, ME. Nabja Sarai Solís Leyva⁴, Dra. Lucía Imelda Cruz Cárdenas⁵, ME.
Guadalupe Vargas García⁶, Mtro. Herson Alfonso Castellanos Celis⁷

Resumen— El presente proyecto de mejora tiene la finalidad de tomar como punto de partida el conocimiento de la realidad académica del Centro de Autoacceso Poza Rica (CAA PR) de la Universidad Veracruzana, mediante la descripción de los tres ejes que lo conforman: el Eje Académico, el Eje Administrativo y el Eje de Infraestructura. También se abordará de manera detallada el perfil del CAA y sus propósitos generales y secundarios. Se presentarán los resultados obtenidos y las líneas de acción para mejorarlo, basadas en la experiencia personal y profesional para generar conocimiento que se pueda traducir en propuestas de mejoramiento del funcionamiento y los servicios que se ofrecen. Finalmente se presentarán las conclusiones generales a las que se llegó.

Palabras clave—proyecto, centro de autoacceso, autonomía, aprendizaje.

Introducción

En el año de 1999 se implementó el Modelo Educativo Integral y Flexible (MEIF) en la Universidad Veracruzana cuyo propósito principal es la formación integral de los estudiantes. “La formación integral, parte de la idea de desarrollar, equilibrada y armónicamente diversas dimensiones de los universitarios que los lleven a formarse en lo intelectual, lo humano, lo social y lo profesional” (Beltrán et al. 1999).

Como apoyo a la formación integral del estudiante se creó el Área de Formación Básica (AFBG) donde se incorporaron 4 Experiencias Educativas (EE) en los planes de estudio de las licenciaturas que ofrece la Universidad Veracruzana. Estas experiencias educativas son las siguientes: Computación Básica, Habilidades del Pensamiento, Lectura y Redacción e Inglés I y II.

Los estudiantes de la Universidad Veracruzana inscritos en alguno de los 20 programas de licenciatura deben cursar los niveles de inglés I y II como parte de su currícula obligatoria de la AFBG. Las modalidades pueden cursar en la AFBG son las siguientes: Presencial, Semipresencial, Virtual y Autónoma.

Los Centros de Autoacceso ofrecen la **modalidad autónoma** cuya función principal es favorecer el aprendizaje del inglés en autonomía a un nivel básico donde los estudiantes pueden aprender inglés con el apoyo de asesores/as quienes los guían y apoyan en su estudio (Rivas, 2015).

Para conocer la realidad de este CAA resultó conveniente realizar un análisis de necesidades del CAA PR para que, a partir de éste se determinen las mejoras del mismo, se establezcan también los cambios necesarios para hacer más eficientes los servicios del CAA, para brindar un servicio de calidad que permita a los universitarios optimizar su tiempo de estudio, fomentar su autonomía en el aprendizaje, su capacidad en la toma de decisiones así como su independencia, su responsabilidad personal pero sobre todo apoyarlos a que culminen el Área de Formación Básica General (AFBG), requisito fundamental para garantizar la permanencia en los programas educativos que ofrece la Universidad Veracruzana.

¹ MDE. Ma del Carmen Barragán Albarrán es Asesora en el Centro de Autoacceso Poza Rica de la Universidad Veracruzana, Poza Rica de Hgo., Veracruz, México cbarragan@uv.mx

² Dra. Anabel Gutiérrez Rodríguez es Profesora en el Centro de Idiomas Poza Rica de la Universidad Veracruzana, Poza Rica de Hgo., Veracruz, México anagutierrez@uv.mx

³ ME. Erika Paulina Madrigal Chavero es Asesora en el Centro de Autoacceso Tuxpan de la Universidad Veracruzana, Tuxpan, Veracruz, México emadrigal@uv.mx

⁴ ME. Nabja Sarai Solís Leyva es Profesora en el Centro de Idiomas Poza Rica de la Universidad Veracruzana, Poza Rica de Hgo., Veracruz, México nsolis@uv.mx

⁵ Dra. Lucía Imelda Cruz Cárdenas es Profesora en el Centro de Idiomas Poza Rica de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México lucacruz@uv.mx

⁶ La Mtra. Guadalupe Vargas García es Profesora en el Centro de Idiomas Poza Rica de la Universidad Veracruzana, Poza Rica de Hgo., Veracruz, México guvargas@uv.mx

⁷ Mtro. Herson Alfonso Castellanos Celis es Profesor de la Facultad de Psicología en Xalapa de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México hecastellanos@uv.mx

Perfil del Centro de Autoacceso Poza Rica

Aspectos Académicos:

El CAA PR es un sistema de aprendizaje cuyo propósito principal es facilitar el aprendizaje de inglés para los estudiantes universitarios de los diferentes Programas Educativos que cursan inglés I, y II en la modalidad Autónoma con la guía de profesoras de lengua con formación en aprendizaje autodirigido quienes los apoyan en su estudio. Además de brindar la oportunidad a los universitarios de llevar un horario flexible porque no hay un mínimo ni máximo de horas establecido para acreditar, cada estudiante avanza en su aprendizaje dependiendo de su propio ritmo y habilidad de trabajo.

Dickinson (1993) señala que la autonomía significa que el alumno sea responsable de su aprendizaje con respecto a: establecimiento de objetivos, forma de trabajar e identificación de materiales; en suma, que sea capaz de tomar decisiones propias en cuanto a su aprendizaje. Así, la autonomía en el aprendizaje de lenguas extranjeras se ha visto relacionada con la creación de los CAAs; espacios que proporcionan los elementos materiales y recursos necesarios para su promoción. Sturtridge (1997), define a un CAA, como cualquier sistema que pone a disposición de los estudiantes de lenguas extranjeras materiales y equipo de manera que puedan elegir cuándo y cómo trabajar, generalmente con poca ayuda de parte del profesor o incluso sin ella. El desarrollo de la autonomía por medio de un CAA implica contar con una serie de materiales e instalaciones y recursos adecuados que coadyuven en la formación del estudiante.

Aun cuando el CAA PR no ofrece la formación del aprendiente de manera formal a los estudiantes universitarios, cuenta con una estructura de apoyo académico planeado y realizado por la plantilla académica del CAA como, por ejemplo: el curso de inducción al trabajo autónomo, el método adaptado para aprender y practicar, el calendario con actividades programadas, la guía de actividades, así como materiales de autoaprendizaje y práctica adaptados para que el estudiante pueda aprender y practicar con el mínimo de ayuda. Las asesorías y los talleres de conversación son otro apoyo académico que se les brinda a los estudiantes. Los elementos antes mencionados tienen implícitos los principios del aprendizaje autodirigido que proporciona a los estudiantes un ambiente que facilita el aprendizaje de la lengua extranjera.

Cuando el estudiante se inscribe a la modalidad autónoma debe acudir al CAA a tomar un **curso de inducción** cuyo propósito es abordar de manera resumida, las bases de la filosofía que sustenta al trabajo autónomo, el rol como estudiante autónomo, la importancia de planear sus actividades académicas diarias para controlar sus procesos de aprendizaje, de monitorearse, de evaluar sus actividades de aprendizaje para identificar aciertos y dificultades y buscar soluciones. También se les explica la dinámica del trabajo autónomo que consiste en el estudio y práctica de los temas de su programa de estudios apoyándose en un **método adaptado**, con transcripciones y claves de respuestas para que ellos autoevalúen su aprendizaje. Posteriormente deberán realizar las siguientes evidencias de desempeño: exámenes de práctica, bitácoras, ejercicios de escritura y lectura, trabajo final, exámenes parciales, examen final estatal escrito y oral, así como asistir a asesorías y talleres de conversación.

Las **asesorías y talleres de conversación** se ofrecen permanentemente durante el semestre. La asesoría tiene como objetivo resolver dudas sobre la dinámica de trabajo del curso, revisar observaciones sobre las evidencias de desempeño y dudas temáticas. Los talleres de conversación ayudan a los estudiantes a desarrollar sus competencias comunicativas.

Aspectos administrativos-operativos:

El eje administrativo-operativo es el que organiza la estructura de servicios y recursos anteriormente señalados y define los procedimientos que hacen funcionar al CAA con un horario de servicio de 7:00 a.m. a 20:00 p.m. de lunes a viernes.

Personal que labora en CAA:

El personal académico del CAA está conformado por tres asesoras de Tiempo Completo, con Licenciatura en Lenguas, dos de ellas poseen estudios de posgrado en área afín. Actualmente se encuentran laborando sólo dos asesoras a causa de que una ya inició su periodo de jubilación.

Una de las asesoras funge como Responsable del CAA, la cual, en respuesta a cubrir la atención de los usuarios, también realiza actividades de asesora. Las asesoras se encargan de realizar el seguimiento académico de los estudiantes autónomos el cual se brinda mediante las asesorías y consiste en darles propuestas de mejoramiento de su proceso académico, discutir con los estudiantes aspectos relacionados con su proceso de aprendizaje, explicar dudas del idioma, revisar sus evidencias de desempeño y registrar sus avances.

El personal de apoyo técnico está conformado por el técnico académico, la académica instructora y la orientadora académica. El técnico académico posee un perfil de Ingeniería Industrial en Electrónica. Las funciones Técnico Académico son las siguientes: realiza mantenimiento, servicio y monitoreo para el buen funcionamiento del equipo de cómputo, así como equipos de proyección. Apoya en la edición de audios para fichas de trabajo y

exámenes parciales y finales. Instala software y apoya en el manejo de éste. Realiza el monitoreo de actualizaciones del antivirus institucional y en caso necesario restaura los equipos de cómputo. Instala y monitorea los equipos de impresión y escaneo de materiales. Apoya en la grabación de exámenes de oposición y e instalación de equipo de audio. Como parte del personal técnico este CAA cuenta con una académica instructora con perfil de Ingeniería en Electrónica y una orientadora académica con Licenciatura en Pedagogía. La académica Instructora y la Orientadora Académica realizan las mismas funciones, se encargan de vigilar el registro y control de los usuarios, guardar los datos de los mismos, vigilan el uso adecuado y ordenamiento del material didáctico para el autoaprendizaje, el equipo y las instalaciones del Centro de Autoacceso. Administrar la página institucional del CAA, apoyar en la elaboración y corrección de formatos de *Word*, *Excel*, *Power Point* y *office* y difundir los servicios que se ofrecen, elaborar inventarios de la bibliografía y materiales didácticos. Se encargan de ordenar los materiales impresos como fichas de trabajo, libros, métodos de estudio, diccionarios, etc.

Infraestructura del CAA PR:

El CAA se localiza en el área donde se ubica la Vicerrectoría Región Poza Rica-Tuxpan, junto al Centro de Idiomas y la Unidad de Servicios Bibliotecarios y de Información (USBI) ubicado en el centro de la ciudad. Cuenta con una superficie de construcción de 391 metros cuadrados y con capacidad para 105 estudiantes.

Propósitos generales del Centro de Autoacceso Poza Rica

Apoyar el desarrollo integral de los universitarios a través de una oferta educativa centrada en el aprendizaje de la lengua extranjera.

Facilitar el aprendizaje de la lengua extranjera de los estudiantes universitarios de los diferentes Programas Educativos que cursan inglés I y II en la modalidad Autónoma con la guía de profesoras de lengua con formación en aprendizaje autodirigido quienes los apoyan en su estudio.

Propósitos secundarios del Centro de Autoacceso Poza Rica

Brindar a la comunidad universitaria un ambiente de aprendizaje que fomente la autonomía del estudiante para facilitar el aprendizaje y las prácticas de la lengua extranjera.

Como el CAA se concibe como un sistema integral en el cual se combinan diferentes componentes para crear un ambiente de aprendizaje que fomente la autonomía del estudiante, la intención de este proyecto es proponer las acciones que se podrían emprender para crear las condiciones de cambio que permitan facilitar el aprendizaje de la lengua extranjera y fomentar la autonomía del estudiante. Es por eso que en las decisiones y en las acciones del CAA PR deben subyacer los principios del aprendizaje autodirigido como eje principal para que los estudiantes alcancen la autonomía. Independientemente del grado de autonomía que se desee fomentar en un CAA, la esencia académica es el elemento fundamental que debe permear su operación y administración, así como sus servicios y recursos que ofrece. Para ejemplificar la idea anteriormente expuesta se presenta el Sistema Integral del Centro de Autoacceso en la figura 1.

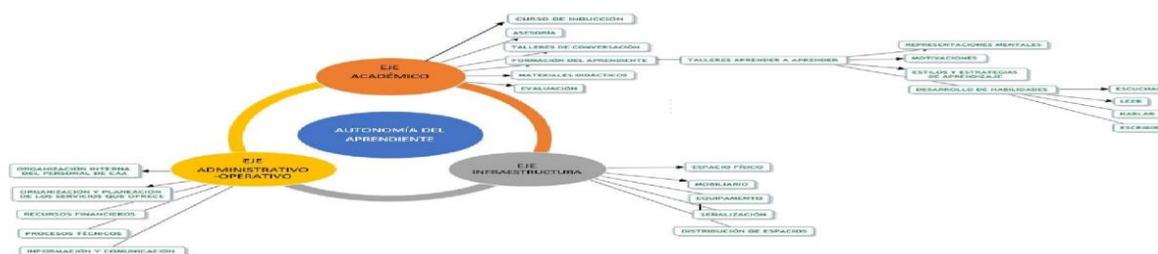


Figura 1. Sistema Integral del Centro de Autoacceso

Desde esta perspectiva, Rowland G. (1999) señala que un sistema posee tres características. La primera característica es que el sistema debe tener un medio de intercambiar información que los posibilite a trabajar en equipo. La segunda característica es que para que un sistema mantenga su identidad, el estatus de las partes debe ser monitoreada y sus acciones controladas. Y la tercera es que el intercambio de información debe ocurrir entre el sistema y su medio ambiente en varias formas y direcciones, es decir, debe haber comunicación en todos los niveles: las autoridades de la Universidad Veracruzana, del Centro de Idiomas, del Centro de Autoacceso, el personal del CAA y los estudiantes.

Es importante resaltar que un sistema interactúa en algún grado con su ambiente y éste afecta y es afectado por el medio ambiente. Así en el CAA como sistema integral que es con sus componentes académicos, operativos y de infraestructura deben combinarse para proporcionar un ambiente de autonomía en el aprendizaje. Para fomentar la autonomía del aprendizaje en el CAA, es preciso orientar las decisiones y las acciones de los tres ejes, el académico, el administrativo-operativo y el de la infraestructura hacia un objetivo común que es fomentar la autonomía. Y que este CAA debe funcionar en pos de dicho objetivo y la acción de los distintos elementos debe ayudar a dicho objetivo. Este es precisamente el enfoque sistémico, el cual le da mayor relevancia al trabajo colectivo y donde además la buena comunicación es esencial para mejorar los procesos, el uso y los manejos de los recursos que de verdad ayuden a los estudiantes a aprender.

Descripción del Método

Para conocer la situación y las condiciones actuales de este centro, se realizó una descripción detallada del proceso de cómo se desarrolla el CAA PR exponiendo los tres ejes temáticos mencionados. Se elaboró un instrumento de análisis de necesidades conformado por 16 preguntas. Se aplicó el instrumento de detección de necesidades a 36 estudiantes como muestra proporcional. Se procedió a analizar las respuestas de los instrumentos aplicados y se organizaron los resultados de cuyo análisis surgieron los fundamentos de las siguientes líneas de acción para la propuesta de mejora del CAA que presento a continuación:

Acciones académicas:

- Proponer a la Dirección de los Centros de Idiomas y Autoacceso, a través de la Responsable de este CAA, la creación de la Academia Estatal de los 11 CAAs que existen en el estado de Veracruz, en vista de que a más de 20 años de haber surgido los CAAs no se ha creado dicha academia y sería muy importante que se constituya una institución oficial como espacio permanente de intercambio de experiencias y discusión de las problemáticas existentes en cada uno de los centros del estado.
- Presentar un documento a la Coordinación del Centro de Idiomas, exponiendo la necesidad de contar con la planta de asesoras completa del CAA, para poder cubrir, entre otros requerimientos, las necesidades que expusieron los usuarios en el instrumento aplicado recientemente. Al contar una asesora menos debido a que se jubiló recientemente y no se ha cubierto la plaza, esta situación está afectando la calidad de los servicios que se ofrecen, además de existir una sobrecarga de trabajo para las otras dos asesoras.
- Solicitar a la Responsable del CAA gestione ante la Coordinación del Centro de Idiomas la (auto)formación continua del personal académico en el dominio de la lengua, metodologías de la enseñanza, aprendizaje autodirigido y de las TIC's para el desarrollo de los cursos en la modalidad autónoma y virtual.
- Conducir mejor las sesiones de asesoría que se imparten en el CAA para poder cubrir las necesidades que expusieron los universitarios en lo siguiente: estrategias de aprendizaje, actividades que los apoye en su aprendizaje y su conscientización de la importancia de la motivación en el aprendizaje. En este sentido, resulta muy importante que en las asesorías se ayude a los estudiantes a concientizarse sobre sus propios estilos y estrategias de aprendizaje para ser aprendientes más efectivos, a que se les oriente sobre los materiales didácticos que podrían ser útiles para cubrir sus necesidades de aprendizaje, que se les apoye a establecer sus objetivos de aprendizaje que pretenden alcanzar, así como fomentar la toma de conciencia de la importancia de la motivación para aprender una lengua extranjera, los tipos que hay y los factores que influyen en la motivación, todo lo anterior mencionado con la finalidad de apoyarlos en el desarrollo de su autonomía en el aprendizaje (Williams y Burden, 1997). Estos requerimientos expuestos fundamentan dos situaciones: la necesidad de continuar con la formación en autoaprendizaje de las asesoras e implementar los talleres de "Aprender a aprender" lo cual se abordará más adelante.
- Mejorar los talleres de conversación implementando actividades más dinámicas que ofrezcan oportunidades para desarrollar las habilidades de los estudiantes, así como sus estilos y estrategias de aprendizaje comunicativas. Los estilos de aprendizaje es otro factor importante en la formación del aprendiente que influye directamente en el desarrollo su capacidad de ser autónomo en su aprendizaje. El estilo de aprendizaje es el acercamiento general que los estudiantes utilizan para aprender algo nuevo o enfrentar un problema nuevo. Para Reid (1987), los estilos de aprendizaje son las características cognitivas, psicológicas y afectivas que indican cómo los estudiantes perciben, interactúan y responden al ambiente de aprendizaje. Cuando el aprendiente se sensibiliza de las diferentes estrategias de aprendizaje existentes y explora sus estilos de aprendizaje individuales está concientización los transforma en "aprendientes activos" debido a que estarán más conscientes de sus limitaciones y fortalezas de aprendizaje y esto finalmente los hará capaces de hacerse cargo de su propio aprendizaje. En este sentido, cabe destacar que importante es que el asesor(a) concientice al aprendiente que ningún estilo y/o estrategia es mejor que otro y que cada uno tiene sus propias fortalezas que puede integrar a su estilo de aprender para lograr un aprendizaje efectivo. El asesor

también puede ayudarlo a identificar estrategias de aprendizaje con las que se sienta cómodo y que posean otros enfoques de aprendizaje (Kinsella, 1995).

-Proponer a la Responsable del CAA PR que gestione el intercambio de materiales entre el CAA Tuxpan y el CAA PR los cuales fueron elaborados por personal de ambos CAAs en el Diplomado “Formación de Asesores” para los talleres de “Aprender a Aprender” con el propósito de implementar la formación del aprendiente, para abordar los temas centrales siguientes: las representaciones mentales, cómo se aprende, estrategias de aprendizaje, hábitos de estudio, motivación, actitudes y aptitudes, la planeación del aprendizaje, la autoevaluación y el monitoreo.

-Implementar la formación del aprendiente a través de talleres de “aprender a aprender” con el fin de propiciar en los estudiantes la reflexión y la concientización de su proceso de aprendizaje para gradualmente tomen la responsabilidad de su propio aprendizaje.

-Actualizar los materiales de aprendizaje, reforzamiento y práctica, los cuales son un pilar en los CAAs ya que acompañan a los estudiantes durante el desarrollo de su autonomía.

-Diseñar un instrumento de evaluación por parte de todo el personal que labora en el CAA que incluya: el eje académico, del administrativo operativo y de infraestructura que ayude a visualizar los alcances, las limitaciones y necesidades de este centro así como medir la eficacia de las actividades que se realizan y de los servicios que se ofrecen para que con base a los resultados se pueda seguir mejorando lo ya establecido, dado que no se ha realizado evaluación alguna a este CAA.

Acciones administrativas y de operación:

-Proponer a la Responsable del CAA gestione ante la Coordinación del Centro de Idiomas la capacitación y/o actualización presencial o en línea del personal técnico con cursos relacionados con el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC's), en virtud de que, la capacitación y actualización continua del personal técnico son pieza fundamental para generar una cultura innovadora del personal de este centro.

-Continuar con la digitalización materiales y recursos informáticos de apoyo al autoaprendizaje con el propósito de crear en mayor grado un ambiente de autonomía en este centro, además de facilitar la conservación, consulta y difusión de todos los materiales de aprendizaje y práctica.

-Implementar un nuevo sistema de registro de alumnos o actualizar el existente con el objetivo de almacenar y recuperar información de una manera más práctica y eficiente.

Acciones de infraestructura y recursos

-Mantener un inventario de la infraestructura de cómputo y un diagnóstico actualizado sobre las necesidades de ésta con base en una jerarquización que determine su actualización. Esta acción se ha venido realizando desde los inicios de este CAA.

-Mantener los mecanismos para actualizar o reubicar los equipos de cómputo conforme al diagnóstico y mediante la asignación de prioridades como se ha venido realizando en este CAA.

-Efectuar sustitución de equipos de acuerdo con lo programado.

-Contar con un equipo de cómputo moderno y con acceso a internet de alta velocidad y con audífonos y en buen estado son una de las prioridades que se deben cubrir en un CAA para la resolución de los diversos trabajos escolares y consecución óptima y efectiva de los objetivos de aprendizaje esperados.

Comentarios Finales

En el presente proyecto de mejora del CAA PR se esbozaron diferentes elementos que integran el CAA los cuales son el eje académico, el administrativo-operativo y el de infraestructura.

Este ejercicio de reflexión fue fundamental para conocer la realidad académica de este CAA y principalmente para ubicar el perfil de éste tomando como referencia su propio contexto.

Asimismo, dicha reflexión ha contribuido de manera muy sustancial para reconocer la complejidad de todos los elementos que conforman un CAA, a la identificación de la problemática que se está enfrentando para presentar las propuestas que ayuden no sólo en el aspecto metodológico sino también para lograr el consenso entre los que laboran en esta CAA y lograr el cambio.

Del mismo modo, se pudo identificar también las necesidades de los universitarios, que sirvieron para detectar los puntos clave para afianzar procesos, hacer señalamientos y/o formular recomendaciones en aspectos de tipo cuantitativos como el equipamiento, los materiales y recursos y de tipo cualitativo como la capacitación, la formación, la actualización, la perspectiva de las asesorías y la formación del estudiante autónomo para mejorar el servicio del CAA PR.

Entre los puntos relevantes que se han referido en este trabajo desde el principio, se destaca que los usuarios meta de este CAA son estudiantes de licenciatura enfocados en sus Experiencias Educativas disciplinar y

sólo un número reducido de universitarios sí se interesan en continuar con sus estudios de la lengua extranjera más allá de lo que el sistema les exige como requisito de egreso. De ahí que, idealmente sería muy provechoso para los universitarios, independientemente de sus motivaciones individuales, que este CAA implemente la formación del aprendiente porque la realidad es que somos estudiantes de por vida y esta formación los preparará mejor para desarrollar su capacidad de asumir la responsabilidad de dirigir su propio aprendizaje de una lengua extranjera o cualquier área del saber.

Referencias

- Beltrán, J., Bravo, L., Fisher, J., González, L., Jiménez, S., López, E., et al. Nuevo Modelo Educativo para la Universidad Veracruzana. México: Universidad Veracruzana, 1999.
- Dickinson, L. "Self-Instruction in Language Learning." Cambridge: Cambridge University Press. 1993.
- Kinsella, K. "Understanding and empowering Diverse Learners in ESL classrooms, " (Ed.) *Learning Styles in the ESL/EFL Classroom*. Boston: Heinle & Heinle Publishers, 170-194, 1995.
- Reid, J. M. "The Learning Style Preference of Students," *TESOL Quartely*, 1, 2, 1987.
- Rivas, L. "Plan de Desarrollo Académico 2015," Dirección de los Centros de Idiomas y Autoacceso. Consultada por internet el 10 de febrero de 2023. Dirección de internet: [Microsoft Word - Dirección de Centros de Idiomas y de Autoacceso.docx \(uv.mx\)](#)
- Rowland, G. "A Tripartite Seed: The future creating capacity of designing, learning and systems,". New Jersey: Hampton Press, 23-41, 1999.
- Sturtridge, G. 1997. Teaching and Language Learning in Self-Access Centers: changing roles? In: P. Benson & P. Voller (Eds.) *Autonomy and Independence in Language Learning*, London: Longman, 66-78, 1997.
- Williams, M. y Burden, R. "What makes a person want to learn? Motivation in language learning," en *Psychology for Language Teachers: A Social Constructivist Approach*. United Kingdom: Cambridge University Press, 111-142, 1997.

Notas Biográficas

La **MDE. María del Carmen Barragán Albarrán** es docente de tiempo completo del Centro de Idiomas Poza Rica de la Universidad Veracruzana. Actualmente es la Responsable y Asesora del Centro de Autoacceso Poza Rica. Tiene una maestría en Desarrollo Educativo. Tiene una especialidad en Docencia por el Instituto de Investigaciones en Educación de la Universidad Veracruzana y el Diplomado de "Formación de Asesores" por la UNAM. Ha participado en diferentes congresos regionales, nacionales e internacionales. Es miembro del núcleo del Cuerpo Académico Didáctica y Evaluación de Lenguas (DELE) UV-CA-481.

La **Dra. Anabel Gutiérrez Rodríguez** es docente de tiempo completo del Centro de Idiomas Poza Rica de la Universidad Veracruzana. Tiene una maestría en la Enseñanza del Inglés como Lengua Extranjera. Es Doctora en Educación. Ha participado en diferentes congresos regionales, nacionales e internacionales. Es aplicadora de Exámenes de Certificación de Lengua EXAVER. Es miembro del núcleo y responsable del Cuerpo Académico Didáctica y Evaluación de Lenguas (DELE) UV-CA-481.

La **ME. Erika Paulina Madrigal Chavero** es docente de tiempo completo del Centro de Idiomas Poza Rica de la Universidad Veracruzana. Actualmente es la Encargada y Asesora del Centro de Autoacceso en Tuxpan. Tiene una maestría en Educación y el Diplomado de "Formación de Asesores" por la UNAM. Es candidato a Doctor en Educación por el IVES, Veracruz. Ha participado en diferentes congresos regionales, nacionales e internacionales. Es miembro del núcleo del Cuerpo Académico Didáctica y Evaluación de Lenguas (DELE) UV-CA-481.

La **ME. Nabja Sarai Solís Leyva** es docente de tiempo completo del Centro de Idiomas Poza Rica de la Universidad Veracruzana. Tiene una maestría en Educación y el Diplomado de "Formación de Asesores" por la UNAM. Es candidato a Doctor en Educación por la universidad IEXPRO, Chiapas. Ha participado en diferentes congresos regionales, nacionales e internacionales. Es miembro del Cuerpo Académico Didáctica y Evaluación de Lenguas (DELE) UV-CA-481.

La **Dra. Lucía Imelda Cruz Cárdenas** es docente de base por asignatura del Centro de Idiomas Poza Rica de la Universidad Veracruzana. Actualmente es Coordinadora de la Academia de francés y es responsable de la Sala Francófona de la Red de la Francofonía en las Américas (REFRA), del Centro de Idiomas región Poza Rica. Tiene una maestría en Didáctica del Francés. Es Doctora en Educación. Está Certificada por el Centro Internacional de Estudios Pedagógicos del Ministerio de Educación Nacional Francés para evaluar y corregir exámenes de Certificación de Lengua Francesa (DELF). Ha participado en diferentes congresos regionales, nacionales e internacionales. Es miembro del núcleo del Cuerpo Académico Didáctica y Evaluación de Lenguas (DELE) UV-CA-481.

La **ME. Guadalupe Vargas García** es docente de base por asignatura del Centro de Idiomas Poza Rica de la Universidad Veracruzana. Tiene una maestría en Ciencias de la Educación. Es candidato a Doctor en Educación por la universidad IEXPRO, Chiapas. Ha participado en diferentes congresos regionales, nacionales e internacionales. Es aplicadora de Exámenes de Certificación de Lengua EXAVER. Es miembro del Cuerpo Académico Didáctica y Evaluación de Lenguas (DELE) UV-CA-481.

El **Mtro. Herson Alfonso Castellanos Celis** es profesor de la Facultad de Psicología de Xalapa en la Universidad Veracruzana. Tiene maestría en Tecnología Educativa. Es candidato a Doctor en Educación por la universidad IEXPRO. Es Miembro del Núcleo Básico de la Maestría en Salud Arte y Comunidad; y es miembro del equipo de diseño curricular del Doctorado en Educación Inclusiva de la facultad de Psicología, región Xalapa. Coordinador de diseño curricular y miembro del Núcleo Básico de la Maestría en Psicología de las Organizaciones y Gestión del Talento Humano de la Facultad de Psicología, región Veracruz. Colabora con los Cuerpos Académicos Intervención Psicosocial y Educación, UV-CA-554 y Didáctica y Evaluación de Lenguas Extranjeras (DELE) UV-CA-481. Ha participado en la redacción de diversos libros y artículos de divulgación en el área de la psicología.

Nuevas Alternativas para el Manejo de la Caries Dental

Antonia Barranca-Enríquez¹, Karla Patiño-Fernández³, Tania Romo-González², Norma Angélica Salazar-López³,
Laura Roesch-Ramos³

Resumen— La caries dental se define como una enfermedad dinámica crónica que se presenta en la estructura dental cuando se produce un desbalance entre la sustancia dental y el fluido de placa dentobacteriana que conduce a una desmineralización. Durante los últimos años se ha avanzado en la forma de comprender el proceso de la caries, lo que también debería cambiar la práctica.

El propósito de este trabajo es explorar las alternativas más relevantes de las que disponemos actualmente en odontología y definir la importancia de los tratamientos de mínima invasión.

Se realizó una búsqueda bibliográfica relacionada con el tema en los buscadores de PubMed, Scielo y Mendeley, incluyendo artículos relacionados con el objetivo del estudio y publicados en los últimos 5 años.

Los artículos demuestran la efectividad de ciertos métodos preventivos y tratamientos poco convencionales para tratar lesiones cariosas.

Por medio de la revisión bibliografía se exploran distintos métodos de diagnóstico para caries dental, Métodos de clasificación y tratamientos alternativos a los convencionales, esto con intención de manejar una odontología menos invasiva.

Palabras clave— Fluor, sellador, caries dental, detección, restauración

Introducción

La caries dental se define como una enfermedad crónica y dinámica, cuando entra en contacto con depósitos microbianos y el desequilibrio entre la sustancia dental y el fluido de placa dando como resultado una pérdida mineral de la superficie dental, caracterizada por la destrucción de tejidos duros. La caries dental es uno de los principales problemas de salud bucal mundialmente y se reporta en estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que tiene una prevalencia de hasta el 98% en la población en general, constituido junto a las periodontopatías y el resfriado común como las enfermedades más prevalentes en el ser humano, ya que las caries afectan corona y raíz dental que sin la atención adecuada podría ser la causa de la pérdida del diente (Ramon-Jiménez, 2016).

En México a excepción de programas de planificación familiar y adicciones, los adolescentes no forman parte del grupo prioritario de medicina preventiva del sistema de salud por que están orientados a niños y embarazadas.

La caries dental es el principal problema que afecta la salud bucal de los adolescentes y adultos, la importancia de la atención preventiva radica en prevenir complicaciones que afecten su calidad de vida. La prevalencia de caries en los adolescentes varía del 47% al 97%. Estas deficiencias trayendo como consecuencia pérdida de piezas dentales. Un estudio encontró que más del 55% de los alumnos preuniversitarios en el estado de Guerrero tuvieron pérdidas dentarias y 65% tenía rehabilitada una o más piezas dentarias. Debido a que la población de adolescentes minimiza el cuidado de la salud oral, que conduce a problemas dentales a largo plazo (Arrieta-Vargas 2019).

Los adolescentes no consideran la salud dental como un hábito. Una investigación en España realizada en el año 2001 comprobó que un 64% de los adolescentes nunca ha usado hilo dental y solo el 42% cepilla sus dientes más de 3 veces al día. Esto muestra claramente el poco interés de los adolescentes en el cuidado bucal (Arrieta-Vargas 2019).

Los factores de riesgo identificados en caries son: consumo excesivo de alimentos o bebidas azucaradas, una malposición dentaria, consumo de alcohol y tabaco, nivel socioeconómico, enfermedades sistémicas y el tiempo que coexisten en conjunto elementos que clasifican como identificados en una mala higiene (Ramon-Jimenez, 2016).

Aplicando la prevención mediante la higiene oral adecuada es el método más efectivo para evitar la caries dental. La detección oportuna también evitaría complicaciones severas que ocurren a medida que pasa el tiempo como caries de tercer grado, pulpitis, tratamientos endodónticos y pérdida de piezas dentarias.

¹ Antonia Barranca Enríquez es Investigadora en el Centro de Estudios y Servicios en Salud en la Universidad Veracruzana, Veracruz. abarranca@uv.mx

³ Karla Patiño Fernández es Estudiante de la Facultad de Odontología Región Veracruz de la Universidad Veracruzana

² Tania Romo González es Investigadora en el Instituto de Investigaciones Biológicas en la Universidad Veracruzana, Xalapa. tromogonzalez@uv.mx (autor corresponsal)

³ Norma Angélica Salazar-López es Docente en la Facultad de Odontología Región Veracruz de la Universidad Veracruzana

³ Laura Roesch Ramos es Docente de la Facultad de Odontología Región Veracruz de la Universidad Veracruzana.

En nuestros últimos años se han producido múltiples avances en nuestra forma de comprender el proceso de la caries dental, que deberían cambiar la práctica diaria de la odontología ante la caries. Las nuevas alternativas que nos ofrece la odontología para solucionar y prevenir la problemática. Además, informar al paciente y el cuidado e información que se le brinda al paciente post- tratamiento. Empleando estas alternativas podríamos lograr que nuestros pacientes eviten llegar a procesos invasivos de remoción de caries.

La salud es muchas veces desatendida por las personas, especialmente cuando se trata de una enfermedad con ausencia de signos y síntomas. El odontólogo es el encargado de manejar conceptos definiendo y aplicando las medidas preventivas o procedimientos necesarios, esto se denomina como: manejo de los factores de riesgo. Por otro lado, el profesional de salud debe ser responsable abordando el aspecto de prevención y tratamientos de mínima invasión. Así como encargarse de reforzar las medidas de promoción de salud debido a que la mayoría de las personas acuden a controles odontológicos únicamente cuando se presentan episodios de dolor, por lo que es importante reforzar la cultura de prevención en la población.

Lo que nos lleva a preguntarnos: ¿Es posible lograr un control de la caries dental con nuevas alternativas de mínima invasión?

Descripción del Método

Tipo de estudio

Se realizó una búsqueda de la bibliografía relacionada con el tema en las siguientes bases de datos: PubMed, Scielo, Mendeley. Se incluyeron los estudios relacionados con el objetivo principal del presente trabajo.

Se realizó una selección inicial de acuerdo con el título y el resumen de este. Tras la lectura del artículo completo en PubMed, Mendeley y Scielo, se seleccionaron aquellos trabajos que tenían relación con el objetivo de estudio del presente trabajo, y también aquellos que se han realizado en los últimos 5 años a la fecha.

Se excluyeron todos aquellos artículos que incluyen publicaciones de hace más de 5 años a la fecha y aquellos que no se relacionaban con el objetivo de la investigación y donde no se relacionaban las palabras claves de este.

Técnicas de recolección de datos

De cada uno de los artículos seleccionados se extrajeron los siguientes datos: año, autor, país (lugar de estudio), diseño del estudio, novedades en tratamientos de caries dental e información actualizada acorde al tema.

Para la correcta búsqueda de estudios incluidos, se recopiló información actualizada sobre nuevas alternativas para el manejo de la caries dental, provenientes de la literatura, consultando artículos de revistas de alto impacto extraídos de las bases de datos mencionadas anteriormente.

Se consultó en la base de datos PubMed, Scielo y Mendeley documentos sobre: Nuevas alternativas para el manejo de la caries dental desde el año 2016 hasta la fecha, publicado en revistas con relevancia científica

significativa. Se utilizaron una variedad de palabras clave como: fluor, sellador, caries dental, detección, restauración. La búsqueda se limitó solo a los idiomas español e inglés, excluyendo todos los demás.

TABLA 3. CRITERIOS DE INCLUSION E INCLUSION						
PALABRAS CLAVE	CANTIDAD DE ARTICULOS REGISTRADO	ESTUDIOS IN VIVO	ESTUDIOS IN VITRO	DE REVISION	COMPARATIVO, DESCRIPTIVO, ANALITICO	TIPO DE ESTUDIO EN CUANTO AL TIEMPO
Fluor	8	0	3	5	Comparativo 2 Descriptivo 4 Analítico 2	Transversal 5 Longitudinal 3
Sellador	7	4	1	3	Comparativo 2 Descriptivo 2 Analítico 4	Transversal 2 Longitudinal 6
Caries dental	28	1	6	21	Comparativo 4 Descriptivo 18 Analítico 6	Transversal 25 Longitudinal 3
Detección	13	6	2	5	Comparativo 3 Descriptivo 6 Analítico 4	Transversal 9 Longitudinal 4
Restauración	1	0	0	1	Comparativo 0 Descriptivo 1 Analítico 0	Transversal 1 Longitudinal 0

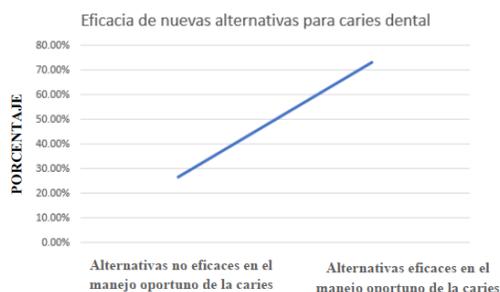
TABLA 4. ARTICULOS CLASIFICADOS POR AÑO	
Año	Cantidad de artículos
2016	15
2017	15
2018	11
2019	4
2020	7
2021	5
TOTAL	57

Resultados

De los 25,783 trabajos encontrados en PubMed, Scielo y Mendeley, se incluyeron 15, lo cual equivale al 0.05%, 11 artículos (73.3%) indican que las nuevas alternativas (selladores de fosas y fisuras, aplicación de fluor, remoción química de lesiones cariosas, prevención con láser) son eficaces en el tratamiento para el manejo oportuno de la caries dental. 4 artículos (26.6%) indican que las nuevas alternativas (elladores de fosas y fisuras, aplicación de fluor, remoción química de lesiones cariosas, prevención con láser) no son eficaces en el tratamiento para el manejo oportuno de la caries dental.



GRAFICA 1. Artículos obtenidos de acuerdo con el año de publicación



GRAFICA 2. Porcentaje de artículos que comprueban si son o no eficaces las nuevas alternativas para el manejo de lesiones cariosas

Conclusiones

Los artículos incluidos afirman que las alternativas de mínima invasión son efectivas en el tratamiento para la caries dental. Estas alternativas se deben considerar como opciones esenciales al momento de seleccionar un tratamiento para el paciente, pensando en que los tratamientos con mínima invasión son la mejor opción para permitir que el paciente conserve la mayor cantidad de tejido dentario que sea posible. Además, inculcarles la importancia de la prevención en cada consulta debido a que si no prosiguen con un buen cuidado posterior el tratamiento preventivo no será el esperado.

Referencias

Arrieta-Vargas, L. M., Paredes-Solís, S., Flores-Moreno, M., Romero-Castro, N. S., & Andersson, N. (2019). Prevalencia de caries y factores asociados: estudio transversal en estudiantes de preparatoria de Chilpancingo, Guerrero, México. *Revista Odontológica Mexicana*, 23(1), 31–41.

Ramón Jiménez R., Castañeda Deroncelé M., Hortensia M., Aída G., & Ana L. (2016a). Factores de riesgo de caries dental en escolares de 5 a 11 años. *MEDISAN*, 20(5), 604–610.

Notas Biográficas

La **Dra. Antonia Barranca-Enríquez** es Investigadora de la Universidad Veracruzana, adscrita al Centro de Estudios y Servicios en Salud en la ciudad de Veracruz, México. Es cirujano dentista con Especialidad en Endodoncia, Maestría en Administración en Servicios de Salud y Doctorado en Gobierno y Administración Pública. Ha participado en numerosos congresos nacionales e internacionales en los que ha presentado trabajos científicos y cuenta 15 artículos científicos publicados en revistas internacionales y revistas nacionales indexadas y 40 artículos en revistas arbitradas. Ha publicado capítulos en libros especializados en Editoriales Nacionales e internacionales y tres Libros en Editoriales Nacionales.

La **Lic. Karla Patiño Fernández** es pasante de Odontología de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz.

La **Dra. Tania Romo-González** es Investigadora de la Universidad Veracruzana, adscrita al Instituto de Investigaciones Biológicas en la ciudad de Xalapa, Veracruz, México. Es Química Farmacéutica Bióloga con Doctorado en Ciencias Biomédicas. Ha participado en numerosos congresos nacionales e internacionales en los que ha presentado trabajos científicos y cuenta 50 artículos científicos publicados en revistas internacionales indexadas, y con varios artículos publicados en revistas nacionales indexadas. Ha publicado capítulos en libros especializados en Editoriales Nacionales e internacionales y tres Libros en Editoriales Nacionales e internacionales.

La **Dra. Norma Angélica Salazar-López** es Docente de la Universidad Veracruzana, adscrita a la Facultad de Odontología de la Región Veracruz en la ciudad de Veracruz, México. Es cirujano dentista con Especialidad en Ortodoncia, Maestría y Doctorado en Educación.

La **Dra. Laura Roesch-Ramos** es Docente de la Universidad Veracruzana, adscrita a la Facultad de Odontología de la Región Veracruz en la ciudad de Veracruz, México. Es cirujano dentista con Maestría en Estomatología Integral, Doctorado en Ciencias Jurídicas, Administrativas y de la Educación. Ha participado en numerosos congresos nacionales e internacionales en los que ha presentado trabajos científicos y cuenta 9 artículos científicos publicados en revistas internacionales y revistas nacionales indexadas.

Comunicación Didáctica y Visualización de Información para la Generación de Estrategias que Permitan Disminuir la Infodemia en Temas de Salud

Lic. Leonardo Bautista Gómez¹, Dra. Caridad García Hernández²,
Lic. Víctor Liceaga Ríos³, Mtro. Octavio Mercado González⁴,
Dr. Carlos Rivero Moreno⁵ y Lic. Juan Carlos de Jesús Ramírez González⁶

Resumen—La comunicación visual didáctica transmite a las personas conceptos o valores significativos con la finalidad de incorporarlos a su ser y su cultura. En el campo de la salud, este proceso se utiliza como una herramienta para fomentar conocimiento sobre la percepción de fenómenos complejos con información verídica y de calidad. Sin embargo, son pocos los estudios que abordan su eficacia en el empoderamiento del paciente y el combate de la infodemia. El estado del arte se realizó a partir de un análisis cualitativo, en el que se compararon veinticinco artículos que abordan propuestas para la comunicación de la salud. Los resultados se interpretan a partir de los conceptos: comunicación didáctica, comunicación para la salud y visualización de información. En esta búsqueda se encontró la pertinencia del trabajo interdisciplinario entre la didáctica y la visualización de información como elementos clarificadores para el diseño de estrategias significativas para la salud.

Palabras clave— comunicación para la salud, comunicación didáctica, visualización de información, estrategias de comunicación.

Introducción

La crisis mundial ocasionada por la COVID-19 vino acompañada de una epidemia informativa en la que una cantidad excesiva de información, incluidas las noticias falsas, despertó un sentimiento de malestar e incertidumbre en la población. La propia Organización Mundial de la Salud (OMS) acuñó el término infodemia —al combinar las palabras información y epidemia— para describir el hecho y advirtió que, si las personas no tenían conocimiento o no tenían seguridad de cómo proceder para proteger su salud, podrían intensificar o prolongar los brotes epidémicos.

Si bien es cierto que la sobreexposición a información sanitaria de dudosa calidad ya había sucedido en otras ocasiones, la magnitud durante la actual pandemia no tiene precedentes, pues fue producto de la rapidez con que la información se propaga debido a las tecnologías digitales, internet y las redes sociales. En este contexto, las fuentes de origen de la información se desdibujan, la información útil y validada se mezcla con rumores. Lo anterior dificulta la comprensión, propicia la desinformación y genera desconfianza ante todo tipo de información, incluida la de tipo médico basada en evidencias científicas, aun cuando las autoridades sanitarias la difunden en pro del bien común.

De este contexto surge el interés por realizar un análisis cuantitativo-comparativo, de artículos científicos publicados de 2013 a la actualidad; se consideró la base de datos de *Web of Science*, específicamente en las áreas de comunicación y salud. La búsqueda se llevó a cabo bajo tres conceptos clave: comunicación para la salud, comunicación didáctica y visualización de información. Esto permitió crear un panorama interdisciplinario desde la medicina, la pedagogía, la comunicación y el diseño que ayudará a sentar las bases para futuros trabajos de investigación, estrategias de comunicación y de enseñanza que consideren el uso de un lenguaje efectivo y la visualización de información.

¹ El Lic. Leonardo Bautista Gómez es estudiante de la Maestría en Diseño, Información y Comunicación en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, CDMX, México. leonardo.bautista@cua.uam.mx

² La Dra. Caridad García Hernández es Doctora en Ciencias Políticas y Sociales con orientación en Comunicación, de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM. Profesora titular C, en la UAM Cuajimalpa y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1. cgarcia@cua.uam.mx

³ El Lic. Víctor Liceaga Ríos es estudiante de la Maestría en Diseño, Información y Comunicación en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, CDMX, México. victor.liceaga@cua.uam.mx

⁴ El Mtro. Octavio Mercado González es diseñador de la comunicación gráfica (UAM-X), Maestro en creatividad para el diseño (EDINBA), maestro y candidato a doctor en historia del arte (UNAM). Actualmente está finalizando el trabajo de tesis doctoral acerca de la relación entre arte, política y diseño en el México de los setenta. omercado@cua.uam.mx

⁵ El Dr. Carlos Rivero Moreno es Profesor-Investigador Titular C de Tiempo Completo de la UAM Cuajimalpa adscrito al Departamento de Tecnologías de la Información (DTI) de la División de Ciencias de la Comunicación y Diseño (DCCD). crivero@cua.uam.mx

⁶ El Lic. Juan Carlos de Jesús Ramírez González es estudiante de la Maestría en Diseño, Información y Comunicación en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, CDMX, México. juan.c.ramirez@cua.uam.mx

Este texto constituye un estado del arte que permite indagar sobre la comunicación visual didáctica como traductora del conocimiento dentro de diversas propuestas comunicativas en el campo médico, sus tendencias y áreas de oportunidad. Por ello, se encontró pertinente partir desde una perspectiva interdisciplinaria entre la didáctica y la visualización de información como elementos clarificadores para el diseño de estrategias significativas para la salud. Así, estas estrategias construirían resiliencia a la desinformación imperante en esta y futuras pandemias, en las cuales las personas necesiten información precisa para poder adaptar su comportamiento en beneficio de su salud.

Objetivos

El objetivo principal de esta revisión documental es realizar un estado del arte que nos permita comprender la manera en que tiene lugar el trabajo interdisciplinario entre la didáctica y la visualización de información como elementos clarificadores en el diseño de estrategias significativas para la salud. De igual manera, se busca presentar un análisis que contribuya a generar un conjunto de competencias en quien pretenda desarrollar información sanitaria veraz, accesible y de alta calidad.

Descripción del Método

Se realizó un estado del arte a partir de un análisis cualitativo, en el que se compararon 25 artículos que abordan propuestas para la comunicación de la salud. Los resultados se interpretan a partir de tres conceptos: comunicación didáctica, comunicación para la salud y visualización de información.

El estado del arte es un estudio analítico del conocimiento acumulado que forma parte de la investigación documental (la cual se basa en el análisis de documentos escritos) y que tiene como objetivo inventariar y sistematizar la producción en un área del conocimiento. Este ejercicio no debe quedarse tan solo en el inventario, sino que debe trascender, porque permite hacer una reflexión profunda sobre las tendencias y vacíos en un área específica (Vargas y Calvo, 1987).

Metodológicamente, se dividió el trabajo en dos fases. En primer lugar, se hizo una búsqueda en *Web of Science* que retomó los conceptos antes mencionados de forma individual en español e inglés. En segundo lugar, se procedió a realizar una búsqueda combinada de los siguientes conceptos:

- Comunicación para la salud + comunicación didáctica
- Health communication + Didactic communication
- Health communication + Infographic
- Health communication + Data visualization
- Didactic communication + Health communication
- Comunicación para la salud + Visualización de información

Con los resultados obtenidos, se hizo una discusión de los objetivos, metodología y conclusiones de cada artículo. Este análisis se presentará en dos apartados: Comunicación didáctica y Visualización de información enfocada a la Comunicación para la salud.

Resultados

Comunicación didáctica

El empleo de la palabra didáctica en los estudios genera ambigüedad. El resultado del análisis de la literatura sobre la comunicación didáctica descubre, por una parte, que la mayoría de sus conceptualizaciones se elaboran desde la perspectiva personal de los autores y, por otra, que son aplicadas como cualidades técnicas o adjetivos de los objetos de observación. Si bien el uso de la didáctica en las investigaciones consultadas es constante y se reconoce su pertinencia en el análisis de las comunicaciones, es una realidad que son escasos los autores que abordan su estudio como un fundamento teórico o conceptual que permita desarrollar estrategias de comunicación enfocadas en la transmisión de conceptos y valores significativos a los pacientes.

Un panorama que se descubre en las definiciones de la literatura consultada permite vislumbrar una didáctica que va más allá de los términos técnicos referidos por algunos autores. De acuerdo con Abreu *et al.* (2017, p. 89), la didáctica estudia la multiplicidad de relaciones y sucesos que ocurren en el complejo proceso que se desarrolla en función de aprendizajes para la formación integral de la personalidad. En este contexto, Sánchez-Angarita (2017) expone la importancia de que estos procesos favorezcan las dinámicas de la enseñanza de la medicina y que fomenten el autoaprendizaje. A su vez, Mejía, Ananías y García (2013) y Patiño-Giraldo (2021) sostienen que su uso debe estar enfocado en la transmisión de conocimientos fácticos y significativos.

En este sentido, Sánchez-Angarita (2017) postula que una comunicación efectiva educa mediante la construcción de mensajes significativos. Por esto, en el campo de la salud, la educación debe estimular el interés de los agentes involucrados para que analicen y comprendan situaciones o circunstancias específicas desde la multidimensionalidad (Mejía, Ananías y García, 2013), con la finalidad de desarrollar voluntades lógicas que tengan

firmeza en la toma de decisiones. Por lo anterior, Sánchez-Angarita (2017) enfatiza la importancia de fomentar conocimientos humanizados a los agentes, que contemplen “valores bioéticos, morales, sociales, culturales y comunicativos”.

De las metodologías didácticas propuestas en los estudios consultados, destaca la estrategia didáctica del aprendizaje basado en problemas (ABP), propuesta por Sánchez-Angarita (2017), la cual enfatiza el autoaprendizaje y la autoformación para facilitar los procesos por dinámicas del enfoque y concepciones constructivistas. En este contexto, el estudiante reconoce sus necesidades de aprendizaje para decidir los contenidos y temas que abordará, así como los grados de profundidad. Esto con la finalidad de comprender los problemas para proponer soluciones totales o parciales a los mismos.

En cuanto a las definiciones de la comunicación, destaca la de Espíndola (2019), que la considera como un proceso de interacción social, en la cual, se intercambia información entre los agentes involucrados, a través de símbolos y sistemas de mensajes. Dicho intercambio puede involucrar información verbal y no verbal con la finalidad de evocar emociones. Por otro lado, Urbina-Medina *et al.* (2016) agregan la importancia de acotar “qué se debe comunicar, cómo hacerlo, quién debe hacerlo y a quién se debe informar”.

Sobre el reto de diseñar estrategias comunicacionales didácticas, Sánchez-Angarita (2017) reflexiona sobre la formación en comunicación de estudiantes de medicina y su incidencia en la relación médico-paciente; argumenta que se debe favorecer la formación de dimensiones comunicativas que promuevan la integración de diferentes disciplinas. Incluso, Mejía, Ananías y García (2013), agregan que los agentes deben atender la realidad de los avances de las ciencias fácticas, los saberes específicos y los saberes pedagógicos. Por consiguiente, Sánchez-Angarita (2017) propone que los agentes dominen elementos esenciales de la comunicación “en función de elevar la calidad de los servicios de salud” con la resolución de problemas con una visión holística.

Visualización de información enfocada a la comunicación para la salud

El uso de la Visualización de Información (VI) para comunicar grandes cantidades de información lleva ya varias décadas aplicándose como estrategia de comunicación, con inicios en el periodismo, poco a poco ha sido retomada por otras disciplinas, como la educación, la mercadotecnia e incluso la medicina.

Dentro de los 25 artículos sujetos a análisis, se identificaron 12 que abordan como concepto principal la VI, también llamada infografía, ya que autores como Siricharoen y Siricharoen (2018) consideran ambos términos como sinónimos. De igual manera, Valero Sancho y Morera Vidal (2019) mencionan que la infografía se ha situado en la comunicación general y, cada vez más, forma parte del paisaje habitual en las comunicaciones institucionales, privadas o públicas, para el óptimo entendimiento de los contenidos. Esto debido a que su pertinencia en la transmisión de conocimiento es alta, alcanza todo tipo de actores involucrados y genera una tendencia global de su uso como herramienta de comunicación.

La popularidad del uso de la VI, se ha visto aumentada a partir de los acontecimientos recientes y como consecuencia de una pandemia. Traboco *et al.* (2022) mencionan que en el clima actual de la pandemia de coronavirus se han empleado cada vez más las infografías para educar a los pacientes. Lo anterior es conocido como “alfabetización en salud” para combatir la información errónea y alentar a los pacientes a verificar las noticias falsas.

El actuar de manera rápida es primordial para la sobrevivencia de la población; en otras palabras, al tener que proporcionar información al público en general se requiere de estrategias de comunicación que se realicen de manera ágil y que la información sea la suficiente para la toma de decisiones que puedan salvar vidas. Ya lo señala Martínez-Solana (2006), el uso de infografías tiene dos propósitos importantes: por un lado, está la divulgación científica de los temas del sector salud; por el otro, que esta información sea interpretada por un público en general y lo empodere para tomar sus propias decisiones, vitales en tiempos pandémicos.

¿De qué manera el uso de la VI facilita la comprensión de grandes cantidades de información en el público general?

Autores como Siricharoen y Siricharoen (2018) mencionan que la VI es significativa en términos de percepción de conocimiento, ya que el cerebro humano tiene la capacidad de identificar y comprender patrones y sus relaciones, especialmente en formas visuales. González-Pacanowski y Medina (2009) mencionan un caso relevante de comunicación de la salud que se aplica en Clínica Universidad Navarra en España en la cual se realizan infografías para mostrar al paciente y a sus familiares cuál es el procedimiento de un tratamiento médico, cuáles son las consecuencias de una enfermedad o simplemente cómo es el funcionamiento de un equipo de radiodiagnóstico.

Otro ejemplo del uso de VI y comunicación para la salud es el caso de un estudio desarrollado por Lerman Ginzburg *et al.* (2021), quienes dan a conocer una infografía para mostrar los riesgos a la salud que provoca la contaminación del aire a un grupo de residentes de Boston Chinatown y Somerville, Massachusetts. Esta evaluación

permitió concluir que la infografía es una herramienta de comunicación de salud pública eficaz que se puede adaptar para satisfacer las necesidades de diferentes comunidades en función de sus aportes y participación.

Por otro lado, como parte de las conclusiones a las que llegan Traboco *et al.* (2022), se considera a la VI como una estrategia asertiva de comunicación, en la cual el receptor —ya sea el profesional de la salud o algún otro actor como el paciente, trabajador social, cuidador u otro, que requiera de información médica— recibe un mensaje claro, preciso y suficiente, que le permita tomar decisiones. También se destaca la importancia de que las infografías puedan surgir del trabajo colaborativo entre profesionales de la salud, diseñadores de información, comunicólogos, tecnólogos, pedagogos, etc.; así como la importancia de la evaluación para verificar la comprensibilidad.

Por último, se debe destacar el uso de las nuevas tecnologías como un aliado que, en paralelo, ayude al aumento de conocimiento en temas de salud tanto a los profesionales de la salud como al público en general. El uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) ayudará a una mejor transmisión de conocimiento. Se ha demostrado que grandes medios de comunicación elaboran VI de tal forma que no quedan estáticas y se utilizan de manera multiplataforma para su difusión.

Comentarios Finales

Discusión

Los profesionales de la salud requieren herramientas para optimizar la calidad comunicativa desde diferentes ámbitos. Por un lado, está la propia formación del médico desde una perspectiva integral, en la que se provean mejores herramientas para comunicar información compleja. Eso implica una pedagogía que permita el correcto uso del lenguaje, generar representaciones visuales como infografías, carteles científicos o gráficos estadísticos, el uso adecuado de las tecnologías de la información y las comunicaciones, así como formar un pensamiento crítico que permita desarrollar estrategias de comunicación en escenarios complejos como una pandemia. Por otro lado, surge la necesidad de adecuar la comunicación interna de las instituciones para mejorar la relación médico paciente.

Todos estos ámbitos pueden ser resueltos desde un entramado interdisciplinario entre comunicación didáctica, visualización de datos y comunicación para la salud. Si bien los artículos nos permiten ver una pequeña interacción entre disciplinas, aún quedan muchas áreas de oportunidad. Esto se debe a que la mayoría están escritos bajo la perspectiva del profesional de la salud sin integrar a especialistas de otras áreas de conocimiento. Abordar los tres aspectos de manera conjunta e integrada permitirá crear mejores soluciones en cualquier ámbito de la salud.

En la actualidad, existen diversas fuentes que transmiten información pertinente sobre temas de salud. Mucha de esta información no comunica lo que se necesita saber y crea un vacío entre los datos y el conocimiento, ya sea por desconocimiento de las herramientas o por diferentes propósitos. La comunicación didáctica expone nociones y conceptos que puedan ser incorporados por los públicos objetivos. Si esta información se traduce en codificaciones que utilicen lenguajes textuales y visuales, se logrará el objetivo esencial de transmitir con exactitud las informaciones que permitan verificar que los conocimientos correspondan a la realidad a la que se refieren.

Conclusiones

De acuerdo con el análisis realizado a los artículos de investigación, se requiere establecer un sistema que relacione los tres conceptos clave, que son comunicación de la salud, comunicación didáctica y visualización de información. Este último constituye una herramienta esencial en la creación de estrategias de comunicación, ya que, al comunicar grandes cantidades de información, la VI ayudará a los interesados (profesionales de la salud y público general) a fortalecer su capacidad de agencia en la toma de decisiones. De igual manera, el uso de las tecnologías se debe considerar como un aliado indispensable, porque, además de que cada vez son más utilizadas y su accesibilidad ha crecido en los últimos años, al trabajar de manera paralela con la VI pueden contribuir a disminuir el fenómeno social llamado infodemia.

Otro hallazgo sustancial es que existe una preocupación real desde el campo de la medicina por mejorar la comunicación en el área de la salud, el cual se ve reflejado en la cantidad de artículos generados por médicos. Sin embargo, no existe un acercamiento interdisciplinario sólido en la producción del conocimiento, lo cual representa un área de oportunidad de relación para disciplinas como la comunicación, la pedagogía y el diseño.

Si bien la mayoría de los artículos publicados son exclusivamente del área de la salud, es una realidad que los campos de la salud, la comunicación y la visualización de información comienzan a acercarse, aunque tímidamente, unos a otros. En este contexto, es pertinente investigar las necesidades de cada campo para articular sistemas de comunicación didáctica que utilicen el lenguaje visual para transmitir información pertinente del campo de la salud a los agentes involucrados. Lo anterior permite empoderar a los agentes para que puedan adquirir un mayor control sobre las decisiones y acciones que inciden en su salud e influir en los factores que impiden su bienestar.

Referencias

- Abreu, O., Gallegos, M., C. Jácome, J. G., & Martínez, Rosalba J. (2017). La Didáctica: Epistemología y Definición en la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Técnica del Norte del Ecuador. *Formación universitaria*, 10(3), 81-92. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000300009>
- Bustamante Ospina, E., (2013). La comunicación interna y la promoción de la salud. Estudio de caso en Madrid Salud. *Revista Hacia la Promoción de la Salud*, 18(2). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309131077007>
- De Cocker, K., Verloigne, M., Cardon, G., & Van Acker, R. (2021). Public health communication and education to promote more physical activity and less sedentary behaviour: Development and formative evaluation of the 'physical activity triangle'. *Patient education and counseling*, 104(1), 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2020.06.025>
- Ebrahimabadi, M., Rezaei, K., Moini, A., Fournier, A., & Abedi, A. (2019). Infographics or video; which one is more effective in asthmatic patients? health? a randomized clinical trial. *Journal of Asthma*, 56(12), 1306-1313. doi:10.1080/02770903.2018.1536143
- Edo-Solsona, M. D., Rubio-Alonso, L., Soler-Montaner, I., García-Muñoz, S., Montesinos-Ortí, S, & Soler-Company, E. (2022). Tecnologías de la información y la comunicación al servicio de la atención farmacéutica: "Tu farmacéutico de guardia", una web por y para los pacientes. *Revista de la OFIL*, 32(1), 15-21. <https://dx.doi.org/10.4321/s1699-714x2022000100004>
- Espindola Artola, A., Sobrado Cárdenas, E., Sarduy Nápoles, D., & Montes de Oca Recio, N. (2019). Metodología para mejorar la calidad comunicativa de la información estadística en profesionales de la salud. *Humanidades Médicas*, 19(2), 292-310. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202019000200292&lng=es&tlng=es.
- González-Pacanowski, T., & Medina-Aguerebere, P. (2009). Comunicación online en el sector salud. Valor de la infografía. *Profesional de la información*, 18(4), 413–420. <https://doi.org/10.3145/epi.2009.jul.08>
- Hernández-Sánchez, S., Moreno-Pérez, V., García-Campos, J., Marco-Lledó, J., Navarrete-Muñoz, E. M., & Lozano-Quijada, C. (2021). Twelve tips to make successful medical infographics. *Medical teacher*, 43(12), 1353–1359. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2020.1855323>
- Karimian, Z., Farrokhi, M. R., Moghadami, M., Zarifsanaiy, N., Mehrabi, M., Khojasteh, L., & Salehi, N. (2022). Medical education and COVID-19 pandemic: a crisis management model towards an evolutionary pathway. *Education and information technologies*, 27(3), 3299–3320. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10697-8>
- Ledón Llanes, L. (2014). La comunicación en el campo de la diabetes mellitus, algunas pautas para su acción efectiva. *Revista Cubana de Endocrinología*, 25(2), 124-138. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532014000200008&lng=es&tlng=es
- Lee, S. H., Pandya, R. K., Hussain, J. S., Lau, R. J., Chambers, E. A. B., Geng, A., Jin, B. X., Zhou, O., Wu, T., Barr, L., & Junop, M. (2022). Perceptions of using infographics for scientific communication on social media for COVID-19 topics: a survey study. *Journal of visual communication in medicine*, 45(2), 39–47. <https://doi.org/10.1080/17453054.2021.2020625>
- Lerman Ginzburg, S., Botana Martinez, P., Reisner, E., Chappell, S., Brugge, D., & Kurtz-Rossi, S. (2021). An Evaluation of an Environmental Health Infographic in Community Settings. *Inquiry: a journal of medical care organization, provision and financing*, 58(1-10). <https://doi.org/10.1177/00469580211059290>
- Lor, M., & Backonja, U. (2020). Visualizations Integrated Into Consumer Health Technologies Support Self-management of Chronic Diseases: A Systematic Review. *Computers, informatics, nursing : CIN*, 38(3), 120–130. <https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000583>
- Mejía, Ó. R., Ananias, G. C., & Garcia, G. A. (2013). Técnicas didácticas: método de caso clínico con la utilización de video como herramienta de apoyo en la enseñanza de la medicina. *Revista Salud UIS*, 45(2), 29–38.
- Park, S. E., & Tang, L. (2019). How colour and visual complexity affect the evaluation of skin cancer infographics: an experiment study. *Journal of visual communication in medicine*, 42(2), 52–65. <https://doi.org/10.1080/17453054.2019.1573633>
- Park, S., Bekemeier, B., & Flaxman, A. D. (2021). Understanding data use and preference of data visualization for public health professionals: A qualitative study. *Public Health Nursing (Boston, Mass.)*, 38(4), 531–541. <https://doi.org/10.1111/phn.12863>
- Pierdant Pérez, M., Hernández Arteaga, A. A., Álvarez Pinedo, A., Patiño López, M. I., Ledezma Bautista, I., & Gordillo Moscoso, A. A. (2019). Revisión sistemática del póster de investigación: ¿lo hemos hecho bien todo este tiempo? *Investigación en educación médica*, 8(30), 110-118. <https://doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2019.30.18124>
- Rajabiyazdi, F., Perin, C., Oehlberg, L., & Carpendale, S. (2021). Communicating patient health data: A wicked problem. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 41(6), 179-186, doi:10.1109/MCG.2021.3112845
- Rodríguez Beltrán, N. M., Pardo Gómez, M. E., Izquierdo Lao, J. M., & Pérez Martínez, D. G. (2017). Clínica virtual docente: un espacio formativo para la enseñanza de las ciencias médicas. *MEDISAN*, 21(1), 123-133. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017000100015&lng=es&tlng=es.

Royal, K. D., & Erdmann, K. M. (2018). Evaluating the readability levels of medical infographic materials for public consumption. *Journal of visual communication in medicine*, 41(3), 99–102. <https://doi.org/10.1080/17453054.2018.1476059>

Sánchez-Angarita, J. (2009). La comunicación en salud desde las perspectivas ética, asistencial, docente y gerencial. *MEDISAN*, 13(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192009000400010&lng=es&tlng=es.

Sánchez-Angarita, J. (2017). La dimensión comunicativa en la formación del médico: una propuesta para fortalecer la relación médico-paciente. *Revista Facultad de Medicina*, 65(4), 641–648.

Sánchez-Angarita, J. (2017). La dimensión comunicativa en la formación del médico: una propuesta para fortalecer la relación médico-paciente. *Revista Facultad de Medicina de La Universidad Nacional de Colombia*, 65(4), 641–648. <https://doi.uam.elogim.com/10.15446/revfacmed.v65n4.59892>

Siricharoen, W. V. & Siricharoen, N. Infographic Utility in Accelerating Better Health Communication. *Mobile Netw Appl* 23, 57–67 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11036-017-0900-3>

Torres Guerra, A., Ocaña Samada, E., Esteva Paredes, J., Lamorú de la Cruz, C., & Zaldívar Ramírez, A. (2019). La visibilidad de la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín mediante la Estrategia de Comunicación Institucional. *Correo Científico Médico*, 23(1), 64–85. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812019000100064&lng=es&tlng=es.

Traboco, L., Pandian, H., Nikiphorou, E., & Gupta, L. (2022). Designing Infographics: Visual Representations for Enhancing Education, Communication, and Scientific Research. *Journal of Korean medical science*, 37(27), e214. <https://doi.org/10.3346/jkms.2022.37.e214>

Urbina-Medina, H., Noguera Brizuela, D., Carrizo, J. I., Levy Mizhary, J., & Betancourt, A. (2016, 12 1). Comunicación efectiva y ética en casos de epidemias y pandemias. *Archivos Venezolanos de puericultura y pediatría*, 79(4), 113 - 117.

Urbina-Medina, H., Noguera Brizuela, D., Levy Mizhary, J., Carrizo, J., & Betancourt, A. (2016). Comunicación efectiva y ética en casos de epidemias y pandemias. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, 79(4), 113-117. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492016000400002&lng=es&tlng=es.

Valero Sancho J. L. y Morera Vidal F. (2019). La visualización infográfica: estudio de su efectividad en la interpretación de audiencias activas. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 25 (2), 1153-1170. <https://doi.org/10.5209/esmp.6483100000>

Vargas, G. y Calvo, G. (1987). Seis modelos alternativos de investigación documental para el desarrollo de la práctica universitaria en educación... el caso del proyecto de extensión REDUC - Colombia en la Universidad Pedagógica Nacional. *Revista Educación Superior y Desarrollo* 5.

Vaughn, J., Kamkhood, D., Shaw, R. J., Docherty, S. L., Subramaniam, A. P., & Shah, N. (2021). Seriously ill pediatric patient, parent, and clinician perspectives on visualizing symptom data. *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA*, 28(7), 1518–1525. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocab037>

Efecto de la Formación de Plasma sobre la Reflexión de Luz Láser en la Ablación de Metales

Dra. Olena Benavides¹ Dr. Aarón Flores Gil¹ Dr. Lelio de la Cruz May¹
¹ Universidad Autónoma del Carmen

Resumen— En este trabajo estudiamos la reflectividad total de los metales pulidos mecánicamente. Para experimento utilizamos un láser Nd: YAG de conmutación Q que genera pulsos de 50 ns a una longitud de onda de 1064 nm para la ablación de la muestra. Los experimentos se realizan en aire a la presión atmosférica. Nuestro estudio muestra que, para las fluencias del láser por debajo de los umbrales de formación de plasma, la reflectividad de las muestras permanece prácticamente igual a los valores de reflectividad a temperatura ambiente. Pero al alcanzar los valores por encima del umbral de formación de plasma, la reflectividad total comienza a sufrir una significativa caída que es igual a alrededor de 0,17 y 0,11 para la plata y el molibdeno, respectivamente. Determinamos estos valores del umbral para dos metales, así como las temperaturas de formación de la plasma.

Palabras clave— ablación, reflectividad, metales, plasma, fluencia de umbral.

Introducción

La ablación de sólidos con láser de nanosegundos se utiliza en numerosas aplicaciones, como autoplegado de los metales (Lazarus N. et al 2019), recubrimiento con películas delgadas (Ashfold et al 2004, Chrisey et al 1994), procesamiento de materiales con nano/micro-láseres (Gyorgy, 2004, Pedraza, 2003, Wang, 2004, Hendow, 2010), parametrización de propiedades ópticas (Zorba, 2008, Tang, 2012), diseño de materiales hidrofóbicos (Ta, 2015, Ocaña, 2016) y otros. Aunque existen varios estudios sobre la ablación con láser de nanosegundos de alta intensidad, el efecto de la formación de la plasma en la reflectividad de los metales aún es un tema de investigación. Bonch-Bruевич (1968) primero estudió la reflectividad de los metales irradiados por pulsos de láser de alta intensidad, donde se encontró experimentalmente una caída sustancial de la reflectividad total. Basov (1969) estudió la reflectividad total de Cu, Sn y Al cuando se irradian con pulsos de láser Nd de 15 ns, variando la fluencia del láser de 3×10^7 a 3×10^{10} W/cm². Los resultados muestran una fuerte disminución de los valores de reflectividad para la ablación en vacío. Los experimentos previos (Basov, 1969, Vorob'ev, 1985, Benavides et al 2013, 2015) que estudian la reflectividad de los metales mediante pulsos de láser en el régimen de ablación exhiben la misma reducción de la reflectividad asociada con la formación de plasma en la superficie de la muestra. En una serie de aplicaciones, por ejemplo, en espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) (Russo, 2000), existe la necesidad de determinar la fluencia de umbral de aparición de la plasma para determinar punto de la caída de la reflexión, así como temperaturas que experimentan las muestras en con estas potencias de láser. Para avanzar en la comprensión del proceso de reflexión en la ablación de metales, realizamos un estudio experimental sobre la reflexión de pulsos láser de nanosegundos para dos metales y determinamos parámetros más importantes de estos procesos Nuestra elección de titanio está motivada por sus diversas aplicaciones biomédicas. Encontramos que el efecto de la longitud de onda del láser es esencial a bajos valores de fluencia del láser, mientras que es insignificante para los valores de fluencia del láser que exceden el umbral de formación de plasma en un orden de magnitud aproximadamente.

Descripción del Método

Arreglo experimental

Para el estudio de la reflexión de la luz láser en la ablación de los metales, se utiliza un montaje experimental se muestra en la Fig. 1. Las muestras estudiadas se irradian con un láser de Nd: YAG que produce pulsos con una duración de 50 ns. Para medir la luz láser reflejada desde la muestra, se utiliza una técnica de reflector de luz elipsoidal informado anteriormente en (Vorob'ev et al 1985, 2011). La muestra estudiada se coloca en un punto focal interno de un reflector elipsoidal. Usamos una lente con una longitud focal de 20 cm, el haz de laser se enfoca sobre la muestra a través de un pequeño orificio de entrada en el reflector. Para la reducción de la retro-dispersión de la luz láser a través del orificio de entrada, la muestra está inclinada en 19 grados con respecto al eje del haz láser. Para medir la energía del impulso de láser reflejado, E_{refl} , se utiliza un contador de energía colocado en el punto focal externo del reflector. Para eliminar la radiación de plasma al medidor de energía, se utiliza un filtro de corte colocado en frente de ella. Energía del pulso de láser incidente sobre la muestra, E_{inc} , se mide usando un separador del haz que dirige una fracción del haz de láser (8%) sobre un contador de energía como se muestra en la Fig. 1

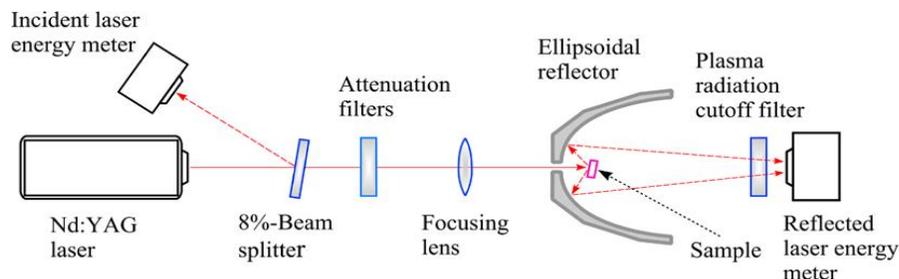


Figura 1. Arreglo experimental

Midiendo E_{refl} y E_{inc} , encontramos a la reflectividad hemisférica total, R , (una suma de especular y componentes difusas de la luz reflejada) como $R = E_{refl} / E_{inc}$. La fluencia del láser, F , incidente sobre la muestra se encuentra como $F = E_{inc} / A$, donde A es el área de la mancha focal del láser en la muestra.

La reflectividad total se estudió en un rango de fluencia del láser de 0,1 a 110 J/cm². Todos los experimentos se llevan a cabo en el aire a la presión atmosférica. Después de cada disparo de láser la muestra se traslada con ayuda de X-Y traslador controlado por la computadora para irradiar en una nueva parte de la superficie por el siguiente disparo láser. Junto con las mediciones de reflectividad, también se determinan los umbrales de daño superficial y formación de plasma. El umbral de daño superficial se encuentra como la fluencia láser más baja que da como resultado un daño superficial que se puede percibir bajo un microscopio óptico. El umbral de formación de plasma se determina detectando el inicio de un destello violeta brillante desde el punto irradiado (Vorobyev et al 2006) utilizando un fotomultiplicador (PMT) con un filtro que bloquea longitudes de onda mayores de 0,45 μm. Los metales estudiados son plata y molibdeno cuyas muestras son en forma de placas de 1 - 1.5 mm de espesor, las cuales se sometieron a un proceso de pulido (0.5 mm de tamaño de grano del abrasivo empleado) para obtener una superficie plana con un grado de rugosidad mínimo. Se busca tener muestras con superficies ópticamente planas, sin embargo, esto requiere procesos especializados que suelen ser muy costosos.

Antes de la exposición de nuestras muestras a la irradiación con láser, medimos su reflectividad a temperatura ambiente en el Nd: YAG láser de longitud de onda de 1,06 μm usando un espectrofotómetro Perkin-Elmer Lambda 900. Estos valores de reflectividad se miden 0,7 y 0,75 para el Sn y Mg, respectivamente. Para la caracterización de los defectos en la superficie estructural de las muestras pulidas mecánicamente, utilizamos un microscopio electrónico de barrido (SEM).

Resultados y discusión

La reflectividad total en función de la fluencia láser en la ablación de plata y molibdeno en el aire a la presión atmosférica se muestra en la Fig. 2. Se ve que la reflectividad de los metales estudiados permanece constante a bajas fluencias láser. A estas bajas fluencias, la superficie irradiada no sufre ningún daño superficial y los valores de reflectividad son 0,92 y 0,62 para plata y molibdeno, respectivamente. Estos valores de reflectividad concuerdan con los valores de referencias disponibles de reflectividad a temperatura ambiente para superficies pulidas mecánicamente (Kaye et al 1956, Touloukian, 1970)

Los gráficos de $R(F)$ en la Fig. 2 muestran que la reflectividad comienza a disminuir rápidamente al alcanzar un umbral de fluencia de 3,3 y 2,4 J/cm² para plata y molibdeno, respectivamente. Estas fluencias de umbral provocan fuerte caída de reflectancia y coinciden con los umbrales de formación de plasma medidos en el experimento. En nuestro estudio, los umbrales de formación de plasma promediados en diez mediciones resultaron ser de 3,2 y 2,5 J/cm² para plata y molibdeno, respectivamente. Se encontró que los valores del umbral de daño eran solo ligeramente más bajos que los de la caída de la reflectividad. Como se puede ver en la Fig. 2, a medida que la fluencia del láser aumenta aún más, la reflectividad cae (a aproximadamente 0,17 y 0,11 para plata y molibdeno, respectivamente) y luego permanece sin cambios con una fluencia cada vez mayor.

Las observaciones anteriores indican la correlación entre la caída de reflectividad y la formación de plasma. En general, la reducción de la reflectividad puede deberse a la dependencia de la temperatura de Drude de las constantes ópticas y la absorción de la luz láser en un plasma inducido por láser.

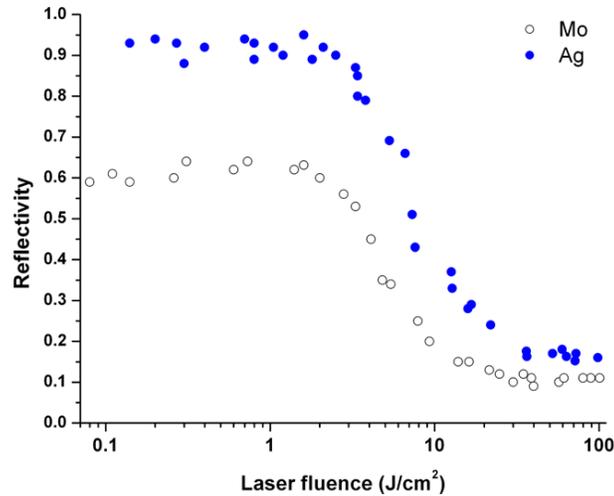


Figura 2. La reflectividad total de plata y molibdeno en función de la fluencia del láser para la ablación en el aire 1-atm.

Para determinar el papel de la dependencia de la temperatura de Drude de las constantes ópticas en la reflectividad, calculamos la temperatura superficial, T_{surf} , de las muestras en las fluencias umbral de formación de plasma utilizando la siguiente fórmula (Ready, 1971)

$$T_{surf}(t) = \frac{(1-R)\sqrt{a}}{k\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{I(t-\tau)}{\sqrt{\tau}} d\tau + T_0$$

donde R es la reflectividad, a es la difusión térmica, k es la conductividad térmica, I es la intensidad de la luz incidente, t es el tiempo, T_0 es la temperatura inicial, y τ es la variable de integración.

Los valores utilizados para calcular T_{surf} para Ag son ($R = 0.92$, $k = 410 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, $a = 1.696 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$) y para Mo ($R = 0.62$, $k = 135 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, $a = 5.263 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$). Las gráficas de la temperatura superficial calculadas usando la fórmula se muestran en la Fig. 3, donde se observa la T_{surf} máxima alrededor de 305 and 1865 °C para plata y molibdeno respectivamente. Estos valores máximos de temperatura superficial calculados en el umbral de daño de la fluencia del láser son significativamente menores que el punto de fusión de los metales estudiados (962 y 2617 °C para plata y molibdeno, respectivamente). Para averiguar el papel de la dependencia de la temperatura de las constantes ópticas en la reflectividad, calculamos la temperatura superficial, T_{surf} , de las muestras en las fluencias umbral de formación de plasma utilizando la siguiente fórmula derivada de la Ref. (Ready, 1971).

El modelado de la dependencia de la temperatura de la reflectividad de la plata (Ujihara et al 1972) mostró que la reflectividad de la plata disminuye ligeramente a medida que la temperatura aumenta hasta el punto de fusión.

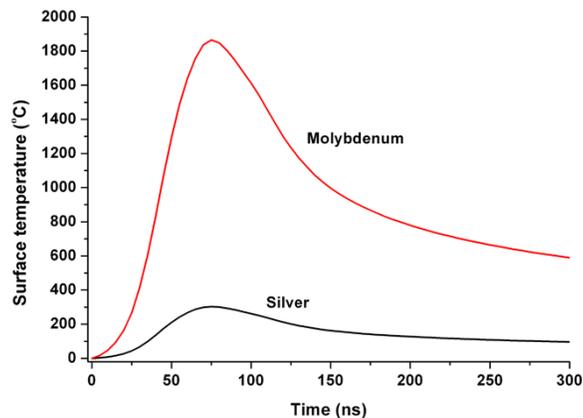


Figura 3. La temperatura de la superficie computarizada de muestras de Mo y Ag en función del tiempo a la fluencia del láser del umbral de formación de plasma.

Por lo tanto, la fuerte caída de reflectividad observada en nuestro estudio no puede explicarse por la dependencia de las propiedades ópticas de la temperatura. Observamos que los umbrales de formación de plasma de los metales estudiados están muy cerca de sus umbrales de caída de reflectividad y esto nos lleva a creer que la caída de reflectividad observada está asociada con un efecto de aparición de la pluma de plasma. El hecho que la formación de plasma se produzca en nuestro experimento a una temperatura superficial baja indica que las imperfecciones de la superficie de la muestra juegan un papel importante en la inducción de una ruptura óptica.

Por ejemplo, los defectos micro/nanoestructurales de la superficie comúnmente presentes en las superficies pulidas mecánicamente pueden calentarse localmente a una temperatura alta debido a la absorción plasmónica (Vorobyev et al 2005, 2008, Eversole et al, 2007) y al nanoenfoco plasmónico (Tan y Gramotnev 2011). Estos "nanopuntos calientes" en la superficie fría (en promedio) pueden ser fuentes tanto de especies ionizadas térmicamente como de electrones emitidos termiónicamente, que debido a la aceleración a través del mecanismo de bremsstrahlung inverso pueden desencadenar una falla óptica de avalancha de aire.

Cuando el plasma se forma frente a la muestra irradiada, la reflexión y absorción de la luz láser por parte de la muestra cambia drásticamente debido a la absorción de la luz láser en el plasma. Para la ablación en el gas de fondo, la reflexión/absorción de la energía láser por parte de la muestra es más complicada que en el vacío debido a la generación de ondas de absorción asistidas por láser (onda de combustión asistida por láser y onda de detonación asistida por láser) (Radziemski et al 1989, Wen et al 2007). En estas condiciones, la reflexión del rayo del láser se produce desde un sistema de plasma de la muestra (Vorobyev et al 1985). Suponiendo una dispersión de luz láser insignificante de las partículas expulsadas de la muestra y reflexiones insignificantes en los límites aire/aire-plasma y aire-plasma/vapor-plasma, la reflexión del rayo láser ocurrirá como se muestra esquemáticamente en la Fig. 4. Aunque el plasma reduce la energía láser que llega a la superficie de la muestra, puede contribuir a la deposición de energía en la muestra a través de la transferencia de una fracción de su energía térmica almacenada a la muestra. (Vorobyev et al 1985, 2006, Bulgakova et al, 2008).

Previamente, se han desarrollado una serie de modelos teóricos que incluyen la absorción de radiación láser del plasma producido por ablación del láser en vacío y en aire (Amoruso, 1999, Bulgakov et al 1999, Bulgakova et al, 2001, 2004, Chen et al, 2005).

Sin embargo, todavía falta una comprensión satisfactoria de la reflexión/absorción de la energía láser y los valores de la energía láser absorbidos por la muestra, siguen siendo unos parámetros de elección intuitiva. Creemos que nuestros datos experimentales pueden ser útiles para seguir avanzando en los modelos teóricos de la ablación con láser de nanosegundos.

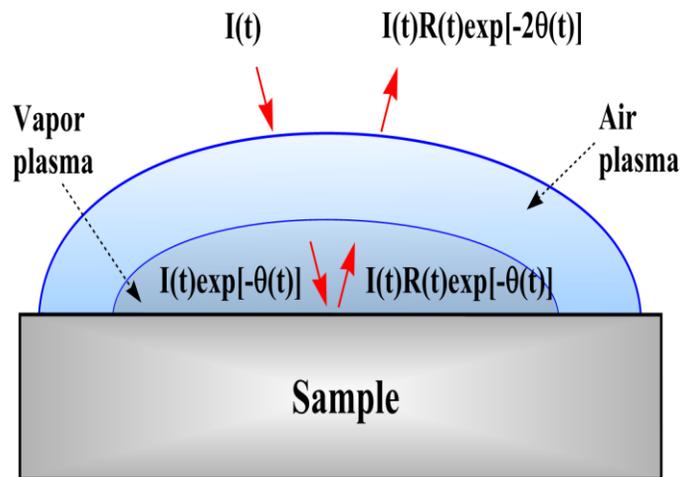


Figura 4. Reflejo del pulso de láser desde el sistema muestra-plasma: $I(t)$ es potencia del pulso de láser incidente; $I(t)\exp[-\theta(t)]$ es la potencia de impulso láser que llega a la superficie de la muestra, aquí $\theta(t)$ es el espesor óptico total del plasma; $I(t)R(t)\exp[-\theta(t)]$ es la potencia de impulso láser reflejado por la superficie de la muestra; $I(t)R(t)\exp[-2\theta(t)]$ es la potencia del pulso láser que sale del sistema muestra-plasma.

Conclusiones

En este trabajo estudiamos experimentalmente la reflectividad total de las muestras de Mo y Ag mecánicamente pulidas en régimen de ablación por pulsos de láser Nd:YAG de nanosegundos, en el aire a la presión

atmosférica. Parámetros de la fluencia del láser se establecen en el rango de 0,1–100 J/cm². Nuestro experimento muestra que, a fluencias del láser por debajo de los umbrales de formación de plasma, la reflectividad de los metales estudiados permanece virtualmente igual a los valores de reflectividad a temperatura ambiente para superficies pulidas mecánicamente. La reflectividad total de los metales estudiados comienza a caer al alcanzar valores de la fluencia láser del umbral de formación de plasma. Con el aumento de la fluencia del láser por encima del umbral de formación de la plasma, la reflectividad cae bruscamente a un valor bajo (alrededor de 0,17 y 0,11 para la plata y el molibdeno, respectivamente) y luego permanece sin cambios con el aumento adicional de la fluencia del láser. El cálculo de la temperatura de la superficie irradiada en la fluencia del umbral de formación de plasma muestra que la temperatura de la superficie está sustancialmente por debajo del punto de fusión, lo que indica un papel importante de los defectos nanoestructurales de la superficie en la formación de plasma en la muestra real debido a su mayor calentamiento causado por tanto la absorción plasmónica como por el nanoenfoco plasmónico.

Referencias

- Amoruso S., "Modeling of UV pulsed-laser ablation of metallic targets," *Appl. Phys., A Mater. Sci. Process.* 69(3), 323–332 (1999).
- Ashfold, M., Claeysens, F., Fuge, G., & Henley, S. (2004). *Pulsed Laser Ablation and Deposition of Thin Films*. Chemical Society Reviews, 33, 23-31. doi:10.1039/b207644f
- Basov N.G, Boiko V.A, Krokhin O.N, Semenov O.G, Sklizkov G.V., Reduction of reflection coefficient for intense laser radiation of solid surfaces, *Sov. Phys. – Tech. Phys.* 13 (1969) 1581-1582.
- Benavides O., L. de la Cruz May, Flores Gil A., A comparative study on reflection of nanosecond Nd-YAG laser pulses in ablation of metals in air and in vacuum. *Opt.Express* 21 (2013) 13068-13073.
- Benavides O., L. de la Cruz May, Flores Gil A., Lugo J.A. Jimenez, Experimental study on reflection of high-intensity nanosecond Nd:YAG laser pulses in ablation of metals, *Opt. Lasers Eng.* 68 (2015) 83–86.
- Bonch-Bruevich A. M., Y. A. Imas, G. S. Romanov, M. N. Libenson, and L. N. Mal'tsev, "Effect of a laser pulse on the reflecting power of a metal," *Sov. Phys. Tech. Phys.* 13(5), 640–643 (1968).
- Bulgakov A.V. and N. M. Bulgakova, "Thermal model of pulsed laser ablation under the conditions of formation and heating of a radiation-absorbing plasma," *Quantum Electron.* 29(5), 433–437 (1999).
- Bulgakova N.M, A. V. Bulgakov; "Pulsed laser ablation of solids: transition from normal vaporization to phase explosion," *Appl. Phys., A Mater. Sci. Process.* 73(2), 199–208 (2001).
- Bulgakova N.M., A. V. Bulgakov, and L. P. Babich, "Energy balance of pulsed laser ablation: thermal model revised," *Appl. Phys., A Mater. Sci. Process.* 79(4–6), 1323–1326 (2004).
- Bulgakova N.M., V. P. Zhukov, A. Y. Vorobyev, and C. Guo, "Modeling of residual thermal effect in femtosecond laser ablation of metals. Role of gas environment," *Appl. Phys., A Mater. Sci. Process.* 92(4), 883–889 (2008).
- Chen Z. and A. Bogaerts, "Laser ablation of Cu and plume expansion into 1 atm ambient gas," *J. Appl. Phys.* 97(6), 063305 (2005).
- Chrisey D.B., Hubler G.K., editors, *Pulsed Laser Deposition of Thin Films*, John Wiley & Sons, New York, 1994.
- Eversole D, B. Luk'yanchuk, and A. Ben-Yakar, "Plasmonic laser nanoablation of silicon by the scattering of femtosecond pulses near gold nanospheres," *Appl. Phys., A Mater. Sci. Process.* 89(2), 283–291 (2007).
- György, E., Pérez, A., Pérez Del Pino, A., Serra, P., & Morenza, J. (2004). Influence of the ambient gas in laser structuring of the titanium surface. *Surface and Coatings Technology*, 187, 245-249. doi:10.1016/j.surfcoat.2004.03.015
- Hendow, S. T., & Shakir, S. A. (2010). Structuring materials with nanosecond laser pulses. *Optics Express*, 18(10), 10188-10199. doi:10.1364/OE.18.010188
- Kaye, G.W. T.H. Laby, *Tables of Physical and Chemical Constants*, 11th edn. (Longmans, London, New York 1956)
- Lazarus, N., Smith, G. L., & Dickey, M. D. (2019). Self-Folding Metal Origami. *Advanced Intelligent Systems*, 1(7), 1900059. doi: <https://doi.org/10.1002/aisy.201900059>
- Ocaña, J. L., R. J., & García-Ballesteros, J. J. (2016). Direct generation of superhydrophobic microstructures in metals by UV laser sources in the nanosecond regime. *Advanced Optical Technologies*, 5. doi:10.1515/aot-2016-0002
- Pedraza, A. J., Fowlkes, J. D., & Guan, Y. F. (2003). Surface nanostructuring of silicon. *Applied Physics A*, 77(2), 277-284. doi:10.1007/s00339-003-2113-9
- Radziemski L.J. and D. A. Cremers, eds., *Laser-Induced Plasmas and Applications* (Marcel Dekker, Inc., 1989).

Ready J.R, Effects of High-Power Laser Radiation, Academic Press, New York, 1971.

Russo, R. E., Mao, X. L., Borisov, O. V., & Liu, H. (2000). Influence of wavelength on fractionation in laser ablation ICP-MS. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 15(9), 1115-1120. doi:10.1039/B004243I

Ta, D.V., Dunn, A, Wasley, TJ et al. (5 more authors) (2015) Nanosecond laser textured superhydrophobic metallic surfaces and their chemical sensing applications. *Applied Surface Science*, 357. pp. 248-254. ISSN 0169-4332

Tan S.J. and D. K. Gramotnev, "Heating effects in nanofocusing metal wedges," *J. Appl. Phys.* 110(3), 034310 (2011).

Tang, G., Hourd, A. C., & Abdolvand, A. (2012). Nanosecond pulsed laser blackening of copper. *Applied Physics Letters*, 101(23), 231902. doi:10.1063/1.4769215

Touloukian, Y.S., D.P. De Witt (eds.), Thermophysical properties of matter. Thermal radiative properties, Vol. 7, (IFI/Plenum, New York-Washington 1970)

Ujihara, K. (1972). Reflectivity of Metals at High Temperatures. *Journal of Applied Physics*, 43(5), 2376-2383. doi:10.1063/1.1661506

Vorob'ev, A.Y. "Reflection of the pulsed ruby laser radiation by a copper target in air and in vacuum," *Sov. J. Quantum Electron.* 15(4), 490-493 (1985).

Vorobyev A.Y. and C. Guo, "Reflection of femtosecond laser light in multipulse ablation of metals," *J. Appl. Phys.* 110(4), 043102 (2011).

Vorobyev, A. Y., Kuzmichev, V. M., Kokody, N. G., Kohns, P., Dai, J., & Guo, C. (2006). Residual thermal effects in Al following single ns- and fs-laser pulse ablation. *Applied Physics A*, 82(2), 357-362. doi:10.1007/s00339-005-3412-0

Vorobyev A.Y. and C. Guo, "Enhanced absorptance of gold following multi-pulse femtosecond laser ablation," *Phys. Rev. B* 72(19), 195422 (2005).

Vorobyev A.V. and C. Guo, "Femtosecond laser blackening of platinum," *J. Appl. Phys.* 104(5), 053516 (2008).

Wang, Z. B., Hong, M. H., Luk'yanchuk, B. S., Huang, S. M., Wang, Q. F., Shi, L. P., & Chong, T. C. (2004). Parallel nanostructuring of GeSbTe film with particle mask. *Applied Physics A*, 79(4), 1603-1606. doi:10.1007/s00339-004-2860-2

Wen S.B., X. Mao, R. Greif, and R. E. Russo, "Laser ablation induced vapor plume expansion into a background gas. II. Experimental analysis," *J. Appl. Phys.* 101(2), 023115 (2007).

Zorba, V., Boukos, N., Zergioti, I., & Fotakis, C. (2008). Ultraviolet femtosecond, picosecond and nanosecond laser microstructuring of silicon: structural and optical properties. *Applied Optics*, 47(11), 1846-1850. doi:10.1364/AO.47.001846

Análisis Numérico de la Influencia de las Protuberancias Esféricas en la Eficiencia Aerodinámica de un Perfil 2D de Turbina Eólica a números de Reynolds Bajos

Ing. David Alexandr Benavides Zadorozhna¹, Dra. Olena Benavides²,
Dr. Juan Manuel Tadeo Sierra Grajeda³ y Dra. Sandra Jazmín Figueroa Ramírez⁴

Resumen—Este estudio se enfoca en evaluar el rendimiento de perfiles alares con tubérculos en números de Reynolds bajos. La mayoría de la energía eólica se produce actualmente en sitios de alta velocidad de viento por medio de grandes turbinas eólicas, mientras que las pequeñas turbinas eólicas a menudo operan en condiciones de viento ligero. Estas últimas experimentan una serie de problemas únicos. El objetivo de este estudio es determinar el efecto de la amplitud de los tubérculos en el rendimiento aerodinámico de un perfil alar en números de Reynolds bajos. Un estudio de simulación 2D detallado se lleva a cabo, utilizando un software de dinámica de fluidos computacional y el modelo de turbulencia sst k-omega calibrado, para obtener los coeficientes aerodinámicos y las características de flujo. Los resultados indican que los pequeños tubérculos funcionan mejor en general que los tubérculos más grandes.

Palabras clave—Simulación numérica, aerodinámica, spheric tubercles, dispositivos de control de flujo pasivos.

Introducción

Los dispositivos de control de flujo surgen de la necesidad de manipular un campo de flujo para lograr un objetivo de diseño específico. Estos dispositivos se clasifican como pasivos si no requieren entrada de energía adicional y activos si necesitan energía adicional para funcionar. Los dispositivos de control de flujo pasivo modifican la forma geométrica del ala para manipular el gradiente de presión. Los tubérculos son protuberancias redondas en el borde de ataque que alteran el campo de flujo alrededor de un ala. Estos son clasificados como dispositivos de control de flujo pasivo. Además de los tubérculos, también se han estudiado otros dispositivos de control de flujo pasivo como extensiones en el borde de ataque serraciones en la superficie de presión, generadores de vórtices turbuladores, flaps y revestimientos flexibles. En contraste, el control activo implica el uso de energía adicional para operar dispositivos como actuadores, que suelen ser más complejos y menos efectivos desde un punto de vista económico, pero ofrecen ventajas en términos de rendimiento sobre los métodos de control pasivo (Hansen et al., 2011).

Se ha sugerido que los tubérculos en las aletas de ballena jorobada funcionan como dispositivos de mejora de sustentación. Según varios investigadores, el mecanismo responsable de la mejora del rendimiento aerodinámico se atribuye a la formación de vórtices a lo largo del flujo, lo que aumenta el intercambio de momentum en la capa límite (Custodio, 2007; Johari et al., 2007; Miklosovic et al., 2004; Pedro and Kobayashi, 2008). Esto puede llevar a mejoras en el rendimiento del ala, como el mantenimiento de la adherencia del flujo para una mayor gama de ángulos de ataque, retraso del punto de paro y un coeficiente máximo de elevación más alto con penalizaciones mínimas de arrastre. Se han sugerido otros mecanismos, como propiedades desiguales de separación (Fish and Lauder, 2006, Johari et al., 2007; Pedro and Kobayashi, 2008; van Nierop et al., 2008), alteración de la distribución de presión sobre la superficie del ala (van Nierop et al., 2008) y sustentación por vórtices (Miklosovic and Murray, 2007). Además, se ha planteado que la incorporación de tubérculos podría reducir el ruido.

A menudo, las turbinas eólicas pequeñas funcionan en condiciones de viento ligero, donde la hoja de la turbina experimenta un número de Reynolds bajo ($Re < 500,000$) y, por lo tanto, la capa límite sobre gran parte del lado de succión (superficie superior del perfil) es laminar y no puede superar el fuerte gradiente de presión adverso (Marty, 2014). Por lo tanto, la capa límite puede separarse y crear una burbuja de separación laminar (LSB) donde se desencadena la transición del flujo laminar al turbulento (Marty, 2014). Una vez que se alcanza la transición a la turbulencia, el flujo se vuelve a adherir a la superficie, pero en algunos escenarios, el flujo separado puede no ser capaz de volver a adherirse a la superficie y esto puede llevar a un paro (“stall”) temprano (Karasu et al., 2018). Por lo tanto, se podrían utilizar los tubérculos para aumentar la sustentación antes del paro y generar más energía en estas

¹ El Ing. David Alexandr Benavides Zadorozhna es Estudiante de Maestría en Materiales y Energía, Cd. Del Carmen, Campeche. 120134@mail.unacar.mx

² La Dra. Olena Benavides es Profesora Investigadora en la Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR), Cd. Del Carmen, Campeche. obenavides@pampano.unacar.mx

³ El Dr. Juan Manuel Tadeo Sierra Grajeda es Profesor Investigador en la UNACAR, Cd. Del Carmen, Campeche. jsierra@pampano.unacar.mx

⁴ La Dra. Sandra Jazmín Figueroa Ramírez es Profesora Investigadora de la UNACAR, Cd. Del Carmen, Campeche. sfigueroa@pampano.unacar.mx

situaciones. Ya se han realizado mediciones en turbinas eólicas con tubérculos y se ha indicado que hay un potencial para un aumento substancial en la producción de energía eléctrica, lo que conduce a una mayor producción de energía anual. Los estudios antecedentes al presente tienen requisitos experimentales bastante sustanciales. Para obtener mediciones más precisas de flujos más sensibles y de menor escala, se necesita añadir instrumentación más fina y aumentar la complejidad del flujo, lo que puede generar errores experimentales adicionales. Por lo tanto, los métodos de experimentación numéricos surgen como alternativas viables a la experimentación. Las simulaciones numéricas son más accesibles, prácticas, sistemáticas y confiables.

El objetivo de este estudio es evaluar el rendimiento de los perfiles de borde de ataque con tubérculos esféricos en números de Reynolds bajos ($Re = 300.000$ y 400.000) mediante la dinámica de fluidos computacional. Se lograron mejoras en las relaciones lift-to-drag para tubérculos de tamaño pequeño y mediano en los números de Reynolds estudiados. Estos hallazgos respaldan el hecho de que los perfiles de borde de entrada con tubérculos podrían tener una aplicación práctica en pequeñas turbinas eólicas.

Metodología y Modelado

En esta sección se discute la creación de la geometría, la configuración del dominio, y el modelo de transición y turbulencia. Un perfil establecido y confiable dentro de la industria de la energía eólica es el perfil aerodinámico DU93W210 (coordenadas proporcionadas por (Tang, 2012)), el cual tendrá la nomenclatura A0. Las amplitudes propuestas para los tubérculos esféricos se definen en términos de la longitud de la cuerda, y sus nomenclaturas son: $A1 = 0,005c$, $A2 = 0,01c$ y $A3 = 0,03c$ donde la longitud de la cuerda es $0,6135$ m.

Diseño del dominio

Se crea un dominio rectangular alrededor del perfil aerodinámico con un ancho igual al ancho del perfil. Los límites de entrada y salida se mantienen a una distancia de $10c$ ($-x$) y $12c$ (x) del borde de ataque del perfil. El dominio se extiende $10c$ por encima y por debajo del perfil para evitar efectos de confinamiento. Una malla triangular se genera alrededor del perfil aerodinámico con zonas de refinamiento alrededor del perfil y hacia el flujo que sale de la cola del perfil. La capa de inflación alrededor del perfil aerodinámico se creó con el método “first cell height method”, donde el valor y^+ deseado se estableció en $0,4$ para capturar la subcapa viscosa. Adicionalmente, el valor y^+ deseado se mantiene igual para todos los ángulos de ataque porque el valor y^+ calculado no supera el criterio $y^+ \sim 1$. El método de altura de la primera celda utiliza el número de Reynolds basado en las escalas características de la geometría para calcular el coeficiente de fricción de la pared C_f . Por ello es importante definir las escalas características de la geometría, en este caso sería la longitud de la cuerda del perfil aerodinámico; $L = 0,6135$ m.

El proceso para calcular y definir el valor de y^+ se describe a detalle en la literatura (Leading Engineering Application Providers, 2013). La altura de la primera capa se establece en $1,8335 \times 10^{-5}$ m, y para mantener la relación de aspecto por debajo de 50 , el perfil aerodinámico se divide en elementos de $0,0009166$ m. Se crearon treinta capas de inflación alrededor del perfil aerodinámico. La calidad de malla lograda a través de este proceso es casi la misma para todos los modelos. Los parámetros a evaluar son: la oblicuidad promedio, la relación de aspecto y la calidad ortogonal para cada perfil aerodinámico en un ángulo de ataque de 0° . De acuerdo con la literatura presentada en Fluent (2009a), la calidad de la malla es excelente. El número de elementos es el orden $2.5 - 2.6 \times 10^6$, el número de nodos $1.27 - 1.35 \times 10^6$, la calidad de oblicuidad promedio es del orden 8×10^{-2} , la calidad de relación de aspecto es de 1.42 y, finalmente, la calidad ortogonal es de 0.95 .

Modelado del fenómeno de transición y de la turbulencia

Desarrollado por Menter et al. (2006) y Langtry et al. (2006b, c) el modelo de turbulencia Transition SST $k - \omega$ se usa para modelar flujos turbulentos donde una proporción significativa de la capa límite es laminar, esto es muy importante para aplicaciones aerodinámicas en números de Reynolds moderados Re ($\sim 10^5$). En este régimen del número de Reynolds, una proporción significativa de la capa límite es laminar y tiene un efecto sobre la solución. El modelado de los flujos de transición y la región del flujo laminar cerca de la pared es de particular importancia para la industria de la energía eólica, porque las palas de los aerogeneradores dependen del rendimiento aerodinámico de las superficies aerodinámicas. Si el perfil aerodinámico se optimiza para operar en números de Reynolds bajos, eso podría conducir a un aumento en la producción de energía eléctrica, lo que conduciría a una mayor producción anual de energía (Mauro et al., 2017). El modelo Transition SST $k - \omega$ se desarrolló teniendo en cuenta estas necesidades. Trabajos previos de han demostrado una precisión excelente del modelo de turbulencia $k - \omega$ de transición SST de cuatro ecuaciones. La formulación se basa en el conocido modelo de turbulencia SST $k - \omega$ con dos ecuaciones de transporte adicionales. La primera es la ecuación de transporte de intermitencia γ (ecuación (1)), que se utiliza para desencadenar el proceso de transición. El término de producción P_γ (Ec. (2)), controla la longitud de la región de

transición, y el término de disipación D_γ , disipa las fluctuaciones de intermitencia, permitiendo que la capa límite se vuelva laminar nuevamente.

$$\frac{\partial(\rho\gamma)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho U\gamma) = \nabla \cdot \left(\left(u + \frac{u_t}{\sigma_\gamma} \right) \nabla_\gamma \right) + P_\gamma - D_\gamma$$

$$P_{\gamma,1} = F_{length} c_{a1} \rho S (\gamma F_{onset})^{c_a} (1 - c_{e1} \gamma)$$

$$F_{onset1} = \frac{Re_v}{2.193 Re_{\theta c}}$$

La segunda es la ecuación de transporte para el número de Reynolds del espesor del impulso de transición (Ec. (5)), esta ecuación define un número de Reynolds de transición basado en el espesor del momento. La formulación del modelo Transition SST $k - \omega$ se presenta ampliamente en Langtry et al. (2006b, c) y Langtry y Menter (2005), por lo tanto, solo se discute una breve revisión sobre lo que es de particular interés para este trabajo.

$$\frac{\partial(\rho \overline{Re}_{\theta,t})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho U \overline{Re}_{\theta,t}) = \nabla \cdot \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{\theta,t}} \right) \nabla \overline{Re}_{\theta,t} \right] + P_{\theta t}$$

$$P_{\theta t} = 0.03 \frac{\rho}{t} (Re_{\theta,t} - \overline{Re}_{\theta,t}) (1 - F_{\theta,t})$$

Dado que las ecuaciones de transporte propuestas no modelan la física de la transición, se incluye el término fuente para obligar a $\overline{Re}_{\theta,t}$ a tomar el valor empírico de $Re_{\theta,t}$, en todas partes del flujo excepto en la capa límite, porque la fuente allí está apagada. $F_{\theta,t}$ es igual que la función de mezcla en el modelo de turbulencia SST $k - \omega$. Donde $F_{\theta,t} = 0$ en la corriente libre y $F_{\theta,t} = 1$ cerca de la pared. El número de Reynolds basado en el espesor del impulso es una medida de la distancia desde el borde de ataque del perfil aerodinámico hasta cierto punto en la superficie del perfil aerodinámico. Además, como el número de Reynolds es una medida de distancias, habrá un número de Reynolds en el que se produzca la transición y esto se denota por $Re_{\theta,t}$. En un cierto número de Reynolds basado en el grosor del impulso desde el borde de ataque, las fluctuaciones comenzarán a ocurrir, esta cantidad está dada por $Re_{\theta c}$. El sufijo c , es para el número de Reynolds en el que comienzan las fluctuaciones turbulentas (número de Reynolds crítico), y esto es antes de que ocurra la transición. Se necesita el uso de relaciones empíricas confiables (términos fuente) para calcular con precisión los valores locales de $Re_{\theta c}$ y $Re_{\theta,t}$. El hecho de que el modelo de turbulencia se base en relaciones empíricas lo hace adecuado para la simulación de superficies aerodinámicas con números de Reynolds bajos, si se proporcionan los valores apropiados (Langtry y Menter, 2005). Además, la literatura científica demostró que, el uso de modelos de turbulencia de transición, a números de Reynolds bajos (Aftab y Ahmad, 2017; Benini y Ponza, 2010), es esencial para obtener un modelo CFD adecuado de los comportamientos aerodinámicos del perfil aerodinámico y del rotor. Además, un estudio CFD realizado por Mauro et al. (2017) demuestra una concordancia excepcional entre los datos experimentales y los resultados de la simulación del modelo de turbulencia calibrado Transition SST $k - \omega$. La calibración de los parámetros de correlación local $Re_{\theta c}$ y F_{length} se logró a través de un algoritmo micro-genético. La calibración correcta de estos parámetros permite una predicción precisa del estancamiento y la separación del flujo, así como la obtención de coeficientes de sustentación y arrastre confiables que se pueden usar en modelos 2D CFD. Los autores afirman que las correlaciones locales calibradas pueden usarse para la simulación de otras superficies aerodinámicas dentro del rango de los números de Reynolds 300.000 y 1 millón. Esto, por lo tanto, le dará a este trabajo un respaldo experimental. $Re_{\theta c}$ y F_{length} para un número de Reynolds dado se pueden definir como (Mauro et al., 2017):

$$Re_{\theta c} = 3.9592e^{-16} Re^3 - 9.598e^{-9} Re^2 + 6.884e^{-4} Re + 984.0408$$

$$F_{length} = 1.7808e^{-15} Re^3 - 2.1514e^{-9} Re^2 + 8.132e^{-4} Re - 91.2135$$

Configuración del solucionador CFD

Se utilizó un software de simulación comercial para llevar a cabo un análisis de estado estacionario para ángulos de ataque de $0^\circ - 15^\circ$ (en pasos de 2°), considerando el modelo de transición SST $k - \omega$. El modelo Transition SST $k - \omega$ ha sido bien probado y diseñado para aplicaciones aerodinámicas de bajo número de Reynolds. Se eligió el modelo Transition SST $k - \omega$ sobre los otros modelos de turbulencia debido a su capacidad para predecir con precisión la velocidad de la capa límite y la separación de la capa límite. Los modelos de número de Reynolds bajos también son necesarios para cálculos precisos de caída de presión o arrastre. Los números de Reynolds estudiados en este trabajo son 300.000 y 400.000. Por lo tanto, la velocidad de entrada se establece en 7 m/s y 9,5 m/s respectivamente. Para todas las simulaciones, el solucionador se configuró como un esquema de algoritmo ACOPLADO basado en la presión y de estado estable con una formulación de velocidad absoluta. El fluido se define como aire con densidad equivalente a 1.225 kg/m^3 y, viscosidad dinámica $\mu = 1.7894 \times 10^{-5} \frac{N \cdot s}{m^2}$. La intensidad de turbulencia (TI = 0,1%) y la relación de viscosidad turbulenta (TVR = 10) se definieron a través de la frontera de

velocidad. Este TI más bajo corresponde al de un túnel de viento típico de bajo nivel de turbulencia e implica un mecanismo de transición natural o inducido por separación, según Langtry y Menter (2005) y Langtry et al. (2006a). Se usó un esquema basado en celdas de mínimos cuadrados para la discretización espacial del gradiente, mientras que los esquemas contra el viento de segundo orden se usaron para las ecuaciones de presión, impulso y turbulencia. En el solucionador de acoplamiento de estado estable, el número de Courant permite el control del paso de tiempo de sub-iteración. En otras palabras, incluso si se utiliza el solucionador de estado estable, se realiza una sub-iteración transitoria y la escala de tiempo de la simulación se puede adaptar a la escala de tiempo de flujo. En condiciones de flujo apegado, el número de Courant se fijó en 25. En AoAs $> 10^\circ$ se notó la inestabilidad generada por el paro y los vórtices. En estas condiciones, el número de Courant debe reducirse para adaptar la escala temporal de tal manera que se pueda obtener un promedio exacto de los coeficientes de sustentación y arrastre. Un criterio de convergencia de $O(4)$ en todos los residuales de las variables dependientes se acepta como adecuado para la presente simulación de perfil aerodinámico. Para proporcionar los parámetros de correlación locales F_{length} y $Re_{\theta c}$, se escribió e interpretó una función definida por el usuario (UFD) en lenguaje C.

Resultados y discusión

Resumen de resultados

El comportamiento de los perfiles del borde de ataque del tubérculo esférico es consistente con los resultados anteriores (Aftab y Ahmad, 2017; Johari et al., 2007). Como se anticipó, los tubérculos pequeños funcionan de manera más eficiente en general que los tubérculos con amplitudes más grandes. El perfil aerodinámico A1 mostró una mejora menor en la relación de elevación a arrastre de AoA 0° – 4° a un número de Reynolds de 300,000 (Figura 1a). Sin embargo, pasado el AoA 4° , las mejoras se vuelven menos notorias y en AoA 6° , el rendimiento aerodinámico comienza a deteriorarse. El perfil aerodinámico A3 mostró la mayor mejora en un ángulo de ataque de 0° , con un aumento del 12,86 % en la relación sustentación-resistencia; más allá de este ángulo de ataque, el perfil aerodinámico sufre un deterioro significativo en el rendimiento aerodinámico. El perfil aerodinámico A2 no muestra mejoras significativas en la relación sustentación-resistencia y, en cambio, experimenta una disminución general en el rendimiento aerodinámico para todos los ángulos de ataque. Tenga en cuenta que los tubérculos anticipan el punto máximo de relación sustentación-resistencia y no retrasa el ángulo de paro en este caso. El punto máximo de relación sustentación-resistencia para el perfil aerodinámico no modificado está en AoA 8° , mientras que para A1 la relación máxima sustentación-resistencia está en AoA 6° , y para A2 y A3 en AoA 4° . Esto está en buena concordancia con Johari et al. (2007) y Miklosovic et al. (2004) los perfiles aerodinámicos TLE tienen ángulos de paro más bajos y coeficientes de sustentación máxima más bajos que sus versiones no modificadas. Los datos del perfil aerodinámico A1 siguen un patrón y sugieren que los tubérculos no intrusivos tienen una pequeña reducción en el coeficiente de sustentación, pero una disminución significativa en el arrastre. Conclusiones similares se pueden obtener al analizar la relación sustentación-arrastre cuando $Re = 400,000$ (Figura 1b).

El análisis de los contornos de presión estática e intermitencia reveló que el tipo de arrastre que tiene un impacto más significativo en este caso es el arrastre de presión. Observe la Fig. 2 (a1) y (a2), a medida que el fluido pasa sobre la superficie de la esfera del perfil aerodinámico A3, inicialmente acelera y, por lo tanto, la presión disminuye en la dirección del flujo. Más allá de cierto punto, el flujo comienza a desacelerarse y, por lo tanto, la presión en la dirección del flujo aumenta; este aumento de presión se denomina gradiente de presión adverso y tiene un efecto significativo en el flujo cerca de la pared. La turbulencia producida por el tubérculo promueve el intercambio de momento entre las capas límite y es por eso que el perfil aerodinámico A3 logra un aumento del 3,31 % en el coeficiente de sustentación en AoA 0° . A medida que aumenta el ángulo de ataque, la presión y la resistencia inducida se vuelven más notorias en la Fig. 2 (b1) y (b2). Si el aumento de presión es lo suficientemente grande, el flujo invertirá la dirección y, dado que no puede viajar hacia atrás, debido al fluido que se aproxima, se desprende de la superficie, lo que provoca la separación del flujo (Houghton et al., 2017). Esto explica por qué el perfil aerodinámico A3 experimenta un aumento tan drástico en la resistencia más allá de AoA 0° . Nótese en la Fig. 2 (a2) que la capa de flujo laminar se mantiene adherida a la superficie superior del perfil aerodinámico, mientras que a un ángulo de ataque de 8° Fig. 2 (b2), los vórtices producen tanta turbulencia que logran romper la capa de flujo laminar, lo que resulta en la separación del flujo.

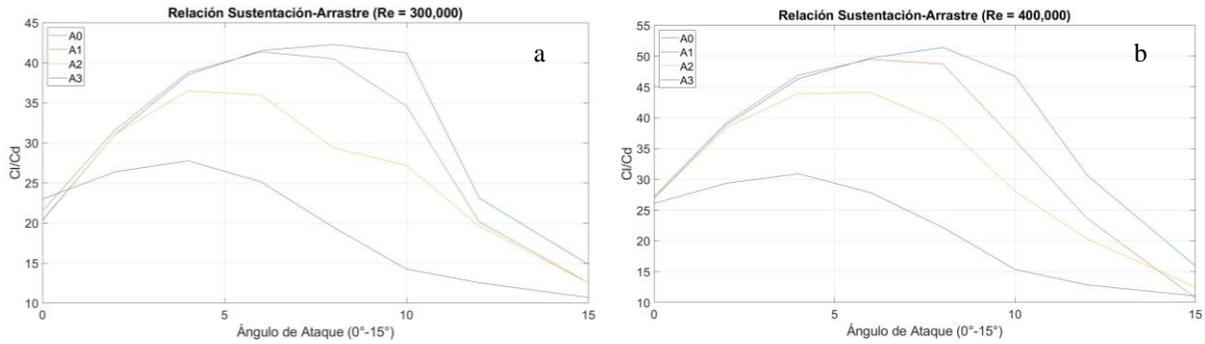


Figura 1. Coeficiente de sustentación-arrastré a) $Re=300,000$ y b) $Re=400,000$.

El tubérculo en el perfil aerodinámico A1 distribuye las fuerzas de presión de tal manera que engrosa la capa límite laminar de AoA $0^\circ - 8^\circ$. Sin embargo, esto se vuelve menos perceptible a medida que aumenta el ángulo de ataque. Debido a la turbulencia producida por el tubérculo, la capa de flujo laminar se rompe y el flujo se vuelve inestable.

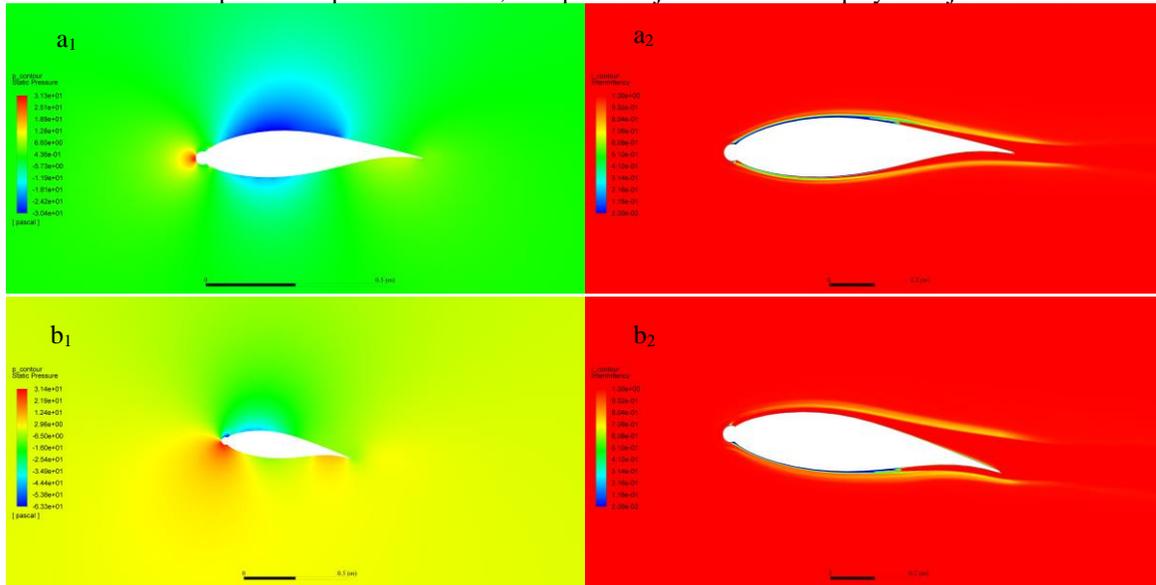


Figura 2. Contornos de presión e intermitencia para el perfil A3 a) $AoA 0^\circ$ y b) $AoA 8^\circ$.

Conclusiones

Este artículo investigó el rendimiento aerodinámico de los perfiles con tubérculos esféricos en los bordes de ataque mediante el análisis numérico de tres amplitudes diferentes y la comparación con el perfil aerodinámico no modificado. Los números de Reynolds estudiados en este trabajo son $Re = 3 \times 10^5$ y $Re = 4 \times 10^5$. El modelo de turbulencia Transition SST $k - \omega$ se utilizó para modelar la turbulencia debido a su capacidad para predecir con precisión la separación del flujo en el régimen de número de Reynolds bajo, y los parámetros de correlación local F_{length} y Re_{θ_c} , se definieron con las funciones polinómicas dadas por el trabajo de Mauro et al. (2017). Los tubérculos de amplitud más pequeña funcionan mejor en general que los más grandes, pero su eficiencia general no supera la superficie aerodinámica no modificada. La mejora de la relación sustentación-resistencia se atribuye a la reducción de la resistencia a la fricción superficial. Los contornos de presión estática, la tensión de cizallamiento de la pared y los contornos de intermitencia sugieren que la reducción del arrastre por fricción superficial es causada por una distribución de presión más favorable alrededor del perfil aerodinámico. La distribución correcta de la presión permite una capa límite laminar más gruesa, lo que a su vez ayuda a reducir el arrastre por fricción de pared. Nuestro trabajo claramente tiene algunas limitaciones, ya que en este artículo solo se estudió una parte del efecto completo del tubérculo. A pesar de esto, creemos que nuestro trabajo podría ser la base para desarrollar métodos de optimización de la forma y el tamaño de los tubérculos al proporcionar bases de datos precisas de coeficientes aerodinámicos de superficies aerodinámicas 2D con bordes de ataque con tubérculos esféricos.

Recomendaciones

Los trabajos futuros se pueden centrar en el rendimiento de los tubérculos en palas de turbinas eólicas pequeñas comerciales. En dicho estudio se deberán tener en cuenta los efectos tridimensionales.

Referencias

- Aftab, S., Ahmad, K.A., 2017. CFD study on NACA 4415 airfoil implementing spherical and sinusoidal Tubercle Leading Edge. *PLoS One* 12 (8), e0183456. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0183456>
- Benini, E., Ponza, R., Laminar to turbulent boundary layer transition investigation on a supercritical airfoil using the γ - θ Transitional Model 40th Fluid Dynamics Conference and Exhibit, 28 June-1 2010, Chicago, Illinois, AIAA 2010-4289.
- Custodio, D., 2007. The Effect of Humpback Whale-Like Leading Edge Protuberances on Hydrofoil Performance (M.S. Thesis). Worcester Polytechnic Inst., Worcester, MA.
- Fish, F.E., Battle, J.M., 1995. Hydrodynamic design of the humpback whale flipper. *J. Morphol.* 225, 51–60. <http://dx.doi.org/10.1002/jmor.1052250105>.
- Fish, F.E., Lauder, G.V., 2006. Passive and interactive flow control by swimming fishes and mammals. *Annu. Rev. Fluid Mech.* 38, 193–224.
- Fluent, 2009a. ANSYS FLUENT 12.0 Theory Guide. ANSYS Inc., Section 6.2.2 Mesh Quality.
- Hansen, K.L., Kelso, R.M., Dally, B.B., 2011. Performance variations of leadingedge tubercles for distinct airfoil profiles. *AIAA J.* 49 (1), 185–194. <http://dx.doi.org/10.2514/1.j050631>.
- Houghton, E.L., Carpenter, P.W., Collicott, Steven H., Valentine, Daniel T., 2017. Chapter 1 - Basic concepts and definitions. In: Houghton, E.L., Carpenter, P.W., Collicott, Steven H., Valentine, Daniel T. (Eds.), *Aerodynamics for Engineering Students*, seventh ed. Butterworth-Heinemann, ISBN:9780081001943, pp. 1–86. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100194-3.00001-8>.
- Johari, Hamid, Henoah, Charles, Custodio, Derrick, Levshin, Alexandra, 2007. Effects of leading-edge protuberances on airfoil performance. *AIAA J.* 45, 2634–2642. <http://dx.doi.org/10.2514/1.28497>.
- Karasu, İ., Özden, M., Genç, M.S., 2018. Performance assessment of transition models for three-dimensional flow over NACA4412 wings at low Reynolds numbers. *ASME J. Fluids Eng.* 140 (12), 121102. <http://dx.doi.org/10.1115/1.4040228>.
- Langtry, Robin, Gola, Janusz, Menter, Florian, 2006a. Predicting 2D airfoil and 3D wind turbine rotor performance using a transition model for general CFD codes. In: 44th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit. AIAA 2006-395.
- Langtry, Robin, Menter, Florian, 2005. Transition modeling for general CFD applications in aeronautics. In: AIAA 2005-522 43rd AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit.
- Langtry, R.B., Menter, F.R., Likki, S.R., Suzen, Y.B., Huang, P.G., Volker, S., 2006b. A correlation-based transition model using local variables – Part I: model formulation In: Vienna, ASME Paper No. ASME-GT2004-53452.
- Langtry, R.B., Menter, F.R., Likki, S.R., Suzen, Y.B., Huang, P.G., Volker, S., 2006c. A correlation-based transition model using local variables – Part II: test cases and industrial applications. *ASME J. Turbomach.* 128 (3), 423–434.
- Leading Engineering Application Providers, 2013. Tips & Tricks: Estimating the first cell height for correct Y+. Available at: <https://www.computationalfluidynamics.com.au/tips-tricks-cfd-estimate-first-cellheight/>.
- Marty, J., 2014. Numerical investigations of separation-induced transition on high-lift low-pressure turbine using RANS and LES methods. *Proc. Inst. Mech. Eng. A* 39, ff. <http://dx.doi.org/10.1177/0957650914548741ff>, fhal01080267f.
- Mauro, S., Lanzafame, R., Messina, M., et al., 2017. Transition turbulence model calibration for wind turbine airfoil characterization through the use of a Micro-Genetic Algorithm. *Int. J. Energy Environ. Eng.* 8, 359–374. <http://dx.doi.org/10.1007/s40095-017-0248-2>.
- Miklosovic, D.S., Murray, M.M., 2007. Experimental evaluation of sinusoidal leading edges. *J. Aircr.* 44, 1404–1407.
- Miklosovic, D.S., Murray, M.M., Howle, L.E., Fish, F.E., 2004. Leading edge tubercles delay stall on humpback whale flippers. *Phys. Fluids* 16 (5), L39–L42. <http://dx.doi.org/10.1063/1.1688341>.
- Pedro, H.T.C., Kobayashi, M.H., 2008. Numerical study of stall delay on Humpback whale flippers. In: Proceedings of 46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, 7-10th January, Reno, Nevada.
- Tang, Xinzi, 2012. Aerodynamic Design and Analysis of Small Horizontal Wind Turbine Blades (Ph.D. thesis). University of Central Lancashire, UK, Available at: <http://clouk.uclan.ac.uk/7127/1/Tang%20Xinzi%20Final%20eThesis%20%28Master%20Copy%29.pdf>.
- van Nierop, Ernst, Alben, Silas, Brenner, Michael, 2008. How bumps on whale flippers delay stall: An aerodynamic model. *Phys. Rev. Lett.* 100, 054502

Modelo de Bienestar Familiar de los Hogares en México 2018

Alejandra Margarita Boix Cruz M.C¹, Dr. Rafael Reyes Morales²
y Dra. Alicia Sylvia Gijón Cruz³

Resumen— Se presenta el modelo de bienestar de los hogares de México 2018, obtenido a partir de los microdatos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2018, realizada por el INEGI y cuya representatividad nacional ha sido validada. Para el análisis de la información se empleó análisis estadístico: regresión múltiple por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), análisis estadístico descriptivo, análisis bivariado descriptivo con el programa estadístico informático SPSS. El grado de explicación del modelo es de 74%. La variable dependiente en el modelo es el gasto corriente monetario (GCM) y las variables independientes son variables de ingreso, mercado laboral, grupos de edad y gasto en salud. Se encontraron ocho variables que contribuyen al bienestar de los hogares, la principal de ellas es el ingreso corriente, en tanto que, dos variables presentan relación inversa con el bienestar.

Palabras clave— Bienestar familiar, Ingreso del hogar, trabajo no remunerado.

Introducción

En este trabajo se presenta el modelo de bienestar familiar de los hogares de México 2018 que establece una relación entre el nivel de bienestar familiar y variables de ingreso, mercado laboral, grupos de edad y gasto en salud. En el modelo, el bienestar familiar se encuentra representado por el gasto corriente monetario que integra los gastos que realizan los hogares tanto en bienes como en productos para su consumo, el modelo permite analizar las variables que intervienen directa o inversamente en el consumo de los hogares. El modelo obtenido como resultado de este trabajo muestra que la participación de los miembros del hogar en el mercado laboral, reflejada en el ingreso corriente, así como el gasto en salud contribuyen a elevar el nivel del bienestar familiar. Por otra parte, también se pueden observar factores que disminuyen el bienestar del hogar como lo es la presencia en él de menores de 12 años. El bienestar familiar es abordado en el modelo desde una perspectiva multidisciplinaria con los microdatos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2018 (ENIGH 2018). La teoría económica y social proporciona las bases para el análisis del papel que desempeña cada una de las variables involucradas.

Bases Teóricas y Metodológicas del Modelo

Bases teóricas del modelo

Para el logro de su bienestar, las personas consumen bienes con los que buscan satisfacer tanto necesidades básicas como aquello que valoran y tienen razones para valorar, por consiguiente es fundamental que gocen de buena salud que les permita el desarrollo de sus capacidades (Sen, 2014). La inversión en educación formal o inversión en capital humano, favorece el desarrollo de capacidades y se manifiesta posteriormente en una mejora en la percepción de ingresos, y se refleja en el bienestar (Becker, 1994 y Schultz, 2002). Así, la inversión que un país efectúe en salud y educación puede significar una oportunidad para su desarrollo por el efecto sobre las ganancias, el empleo y otras variables económicas (Todaro y Smith, 2015) siempre y cuando la atención esté centrada en los miembros más vulnerables de la sociedad (Yusuf y Stiglitz, 2001).

Las encuestas de hogares, como en México la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), representan un insumo básico para realizar asociaciones entre ingresos y otras variables (Schultz, 2002). Por ende, el modelo de economías familiares (Reyes et al. 2015 y Gijón et al. 2018), que ha sido aplicado con varios propósitos de investigación y que establece una relación entre el bienestar familiar, los ingresos obtenidos de diversas fuentes y otros factores que contribuyen a elevarlo o disminuirlo, se ha adaptado a los resultados de la ENIGH 2018 para efectuar el análisis del bienestar familiar de los hogares de México y los factores que lo determinan.

¹ Alejandra Margarita Boix Cruz M.C. es Doctorante en el Tecnológico Nacional de México Campus Oaxaca, México
boixcruz@hotmail.com (autor corresponsal)

² El Dr. Rafael Reyes Morales es Profesor Investigador del Tecnológico Nacional de México Campus Oaxaca, México
ragaremo@gmail.com

³ La Dra. Alicia Sylvia Gijón Cruz es Profesora Investigadora de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, México
agijoncruz@gmail.com

El bienestar familiar se encuentra modelado en la ecuación 1 mediante la igualdad del ingreso familiar IF y su empleo en el consumo que realiza el hogar C , en la inversión en negocios y unidades de producción Inv y en el ahorro para cubrir en el corto y largo plazo otras necesidades Ah (Reyes y Gijón, 2011).

$$IF = C + Inv + Ah \quad (1)$$

El ingreso familiar IF del modelo de bienestar familiar se corresponde en la ENIGH al ingreso corriente monetario IC en la ecuación 2, integrado de la siguiente manera: salarios locales (SL), salarios regionales (SR), remesas internacionales (RI), remesas internas (RN), ahorro disponible (AhD), ingresos de intereses devengados (IID), ingreso neto de negocios (INN), ingreso neto de ganadería (ING), ingreso neto de agricultura (INA), ingreso neto de recolección (INR) e ingreso neto de pesca (INP).

$$IC = SL + SR + RI + RN + AhD + IID + INN + ING + INA + INR + INP \quad (2)$$

El ingreso corriente se destina en mayor proporción a adquirir los bienes y servicios que requiere la familia, lo que constituye en la ENIGH el gasto corriente monetario GCM en la ecuación 3, otra parte del ingreso corriente se puede ahorrar Ah para cubrir otras necesidades a corto o largo plazo y otra puede invertirse en negocios o unidades de producción (Inv) (Reyes y Gijón, 2011).

$$IC = GCM + (Ah + Inv) \quad (3)$$

Si en (3) se despeja el gasto corriente monetario GCM se obtiene la ecuación que corresponde al bienestar familiar

$$GCM = BF = IC - (Ah + Inv) \quad (4)$$

Sustituyendo (2) en (4) se tiene

$$BF = SL + SR + RI + RN - (AhD + Pr + INN + INA + INR + ING) + CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS \quad (5)$$

Las variables demográficas y las variables complementarias de ingreso y ocupación son: total de integrantes del hogar (TIH), integrantes del hogar hombres (IHH), integrantes del hogar mujeres (IHM), integrantes del hogar menores de 12 años ($IHM12$), integrantes del hogar de 12 a 64 años ($IH12_64$), integrantes del hogar de 65 años y más ($IH65más$), número de ocupados (NOc), perceptores de ingreso (PI), perceptores de ingreso ocupados ($PIOc$) que nos conducen a la ecuación (6):

$$BF = SL + SR + RI + RN - (AhD + Pr + INN + INA + INR + ING) + TIH + IHH + IHM + IHM12 + IH12_64 + IH65más + NOc + PI + PIOc \quad (6)$$

Y si añadimos una selección de gastos del hogar: gasto en alimentos (GA), gasto en cuidados de la salud (GS), gasto en transporte (GT), gasto en educación (GE), gasto en bebidas (GB), gasto en tabaco ($GTab$) y gasto en alimentos sin bebidas ni tabaco ($GAsBTab$), obtenemos la ecuación 7:

$$GCM = IC = SL + SR + RI + RN + AhD + Pr + IID + TG + TOH + INN + ING + INA + INRM + TIH + IHH + IHM + IHM12 + IH12_64 + IH65más + NOc + PI + PIOc + GT + GS + GE + GB + GA + GTab + GAsBTab \quad (7)$$

En donde el IC es igual a la suma de los ingresos por salarios y por negocios, así como transferencias, ecuación 8:

$$IC = SL + SR + RI + RN + AhD + Pr + IID + TG + TOH + INN + ING + INA + INR + INP \quad (8)$$

Sustituyendo se tiene la ecuación del modelo de economías familiares adaptado a la ENIGH ecuación 9:

$$GCM = constante + IC + TIH + IHH + IHM + IHM12 + IH12_64 + IH65mas + NOc + PI + PIOc + [GA - (GB + GTab)] + GS + GT + GE + GB + GTab \quad (9)$$

Metodología

Se analizaron las variables que inciden en el bienestar de los hogares mexicanos a partir de los microdatos nacionales de la ENIGH 2018, cuya validez se encuentra acreditada. El tamaño de la muestra fue de 87,826 viviendas que representan a 125 091 790 habitantes, la unidad de muestreo es la vivienda particular, el diseño de la muestra es probabilístico, por conglomerados estratificados en dos etapas, las unidades de observación son el hogar y las personas, la población objeto de estudio son los hogares y residentes en viviendas particulares, abarca tanto el ámbito urbano (2 500 o más habitantes) como el rural (menos de 2 500 habitantes), el levantamiento e del 21 de agosto al 28 de noviembre, la cobertura geográfica fue nacional y por entidad federativa (INEGI, 2019).

La variable dependiente del modelo de bienestar familiar es el gasto corriente monetario (GCM) expresado en pesos y se encuentra integrado por la suma de los grandes rubros de gastos: alimentos, vestido y calzado, vivienda, limpieza, cuidados de la salud, transporte, educación y esparcimiento, personales y transferencias de gasto. Las variables independientes para el modelo de bienestar familiar son el ingreso corriente (IC) expresado en pesos; las variables de ocupación y empleo integradas por el número de ocupados (NOc), perceptores de ingreso (PI) expresadas en número de personas; los grupos de edad: integrantes del hogar menores de 12 años ($IHM12$), integrantes del hogar de 12 a 64 años ($IH12_64$), estas variables también se expresaron en número de personas y las variables de gastos del hogar: gasto en cuidados de la salud (GS), gasto en transporte (GT), gasto en educación (GE), gasto en bebidas (GB), gasto en tabaco ($GTab$) que son variables nominales.

Se aplicó análisis de regresión múltiple de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) (Gujarati y Porter, 2010) a la base de microdatos de la ENIGH 2018 (INEGI, 2019a) por los cinco métodos del algoritmo del programa estadístico SPSS: intro, por pasos, eliminar, hacia atrás y hacia adelante, para la construcción del modelo.

A partir de las variables independientes, se obtuvo primero una ecuación de los diferentes grupos de edad con una R^2 de 0.49985. La segunda ecuación se construyó con las variables de ingreso y ocupación que presentó una R^2 de 0.69354. Se construyó una tercera ecuación con las variables de gastos del hogar con R^2 de 0.56224. A las variables de ingreso y ocupación se sumaron las variables de gastos del hogar y las de grupos de edad para llegar al modelo general de bienestar familiar con una R^2 de 0.7372.

Se empleó análisis estadístico descriptivo y análisis bivariado descriptivo. Los criterios para seleccionar las ecuaciones de regresión fueron R^2 y R^2 corregida, el grado de explicación del modelo $R^2 \times 100$, ($0.5 \leq R^2 < 1$) que puede aceptar valores bajos en datos transversales con un gran número de observaciones (Gujarati y Porter, 2010, p. 213); la satisfacción de la prueba de análisis de varianza (ANOVA) con un estadístico F significativo ($p < 0.000$) (Gujarati y Porter, 2010, p. 126); la significación de los coeficientes de regresión de la prueba t ($p < 0.000$) (Gujarati y Porter, 2010, p. 116) y la no colinealidad entre las variables a través del índice de condición ($IC < 10$) (Gujarati y Porter, 2010, p. 340).

Resultados obtenidos

A continuación se presenta la ecuación del modelo general de economías familiares acompañado de los resultados del análisis de regresión.

Modelo general de Economías Familiares GCM_{MG}

Los gastos del hogar se encuentran representados por diez variables en el modelo GCM_{MG} en la ecuación 10 y en la figura 1, el grado de aceptación del modelo GCM_{MG} es de 74% como se observa en la tabla 1.

$$GCM_{MG} = 0.275IC + 6571.793GT + 8300.218GE + 1523.770IH12_64 + 5094.623GS + 4025.715GB$$

(0.000) (0.000) (0.000) (0.000) (0.000) (0.000)

$$4058.858GTab + 403.203NOc - 920.783IHM12 - 1288.194PI$$

(0.000) (0.000) (0.000) (0.000)

La variable que tiene el mayor peso en el modelo es el ingreso corriente IC ($\beta_{IC}=0.519$), aportado por quienes perciben ingresos, su principal componente es el ingreso por trabajo que se integra entre otros, por trabajo subordinado (84%) e ingresos independientes (12%). Los ingresos independientes se relacionan con el trabajo informal, que además de la carencia de prestaciones, en ocasiones proporciona ingresos mínimos que solo permiten la cobertura de necesidades básicas. A nivel nacional a nivel hogar, el IC promedio trimestral en áreas urbanas es 1.8 veces el de las áreas rurales, el número de hijos en las mujeres actúa en razón inversa con sus ingresos (INEGI, 2019b). El IC incluye el que aportan personas menores de 12 años, que se presenta también en ocupación no permitida, categoría que pone en riesgo tanto la salud de los niños como el desarrollo de sus capacidades para la edad adulta, en los hogares se presenta en razón inversa a la escolaridad de los padres (INEGI, 2018)

El gasto en transporte GT ($\beta_{GT}=0.156$), tiene el segundo peso más alto e incluye transporte y comunicaciones. El GT representa el 20% del gasto corriente monetario y es mayor en áreas urbanas que en áreas rurales. El tercer peso en el modelo corresponde al gasto en educación GE ($\beta_{GE}=0.134$), representa el 8.57% del GCM y se vio incrementado entre 2016 y 2018 (INEGI, 2019b), en el contexto de una disminución del gasto público en educación que se efectuó de manera continua a partir del año 2015 (Expansión, 2022). Los integrantes del hogar de 12 a 64 años ($IH12_64$) representan el cuarto peso en el gasto de los hogares ($\beta_{IH12_64}=0.111$), es el grupo de edad al que pertenece la mayor parte de la población y comprende tanto a adolescentes como a personas en edad de trabajar y a él pertenecen el 83.6% de los jefes del hogar. Cabe destacar que el promedio de personas por hogar de 12 a 64 años en 2018 tuvo una variación porcentual respecto a 2016 de -0.4% al pasar de 2.38 a 2.37 respectivamente, lo que constituye un indicio de la plena transición demográfica experimentada en México (Chackiel, 2000 y Popolo, 2001). El quinto peso en el modelo lo representa el gasto en cuidados de la salud GS ($\beta_{GS}=0.090$), que sucede principalmente por carecer de acceso a la seguridad social, preferir acudir a atención particular y por automedicación principalmente. El GS en 2018 ocupó el último lugar entre los diferentes rubros que conforman el gasto corriente monetario trimestral y representa el 2.6% del mismo. El GS es mayor en hogares urbanos que rurales (INEGI, 2019b).

En la sexta posición en el modelo se encuentra el gasto en bebidas alcohólicas y no alcohólicas GB ($\beta_{GB}=0.088$), este gasto se incrementó entre 2016 y 2018 y es mayor que el destinado a alimentos como frutas, huevo y tubérculos. Las bebidas azucaradas, relacionadas con sobrepeso y obesidad en la población, representan el 72% del GB . A pesar de los problemas asociados a su consumo, éste se realiza en todos los grupos de edad. El gasto en tabaco $GTab$ ($\beta_{GTab}=0.023$) está en la séptima posición en el modelo, en 2018, el 99.2% del gasto en tabaco

correspondió al gasto en cigarro, su consumo se presenta en todos los niveles socioeconómicos. El gasto promedio trimestral en tabaco disminuyó entre 2016 y 2018. Su consumo es un problema de salud pública, por las afectaciones a fumadores y fumadores pasivos, entre estos últimos se encuentran niños menores de 10 años (INSP, 2021). El consumo de tabaco es uno de los principales factores de riesgo cardiovascular en México, no obstante es uno de los aspectos modificables en el estilo de vida (Castro-Juárez et al. 2017).

El octavo peso corresponde a la variable número de ocupados NOc ($\beta_{NOc}=0.020$), que está constituida por las personas que trabajan y tienen 14 años o más, estas personas contribuyen al bienestar del hogar y representan el 47% de los integrantes del hogar. El promedio de integrantes del hogar ocupados tuvo una variación porcentual de 0.5 al pasar de 1.69 en 2016 a 1.70 en 2018 y más del 50% del total se concentró en las ciudades de más de 100 000 habitantes. El NOc que no percibió una remuneración por su trabajo experimentó un descenso respecto a 2017 a la vez que los trabajadores subordinados y remunerados se incrementó, alrededor del 50% de los que se desarrollaron en el ámbito no agropecuario se concentró en micronegocios (INEGI, 2019c; INEGI, 2019d). El abandono del campo ha originado una dependencia de la importación para satisfacer las necesidades de alimentación en México y ha contribuido a la transición nutricional de su población.

El signo negativo para la presencia de integrantes del hogar menores de 12 años $IHM12$ ($\beta_{IHM12} = - 0.029$) abona a la reducción del gasto monetario, su presencia puede significar la realización de actividades que de otra forma tendrían que ser remuneradas, un número grande de menores de doce años en el hogar disminuye el bienestar por las necesidades de cuidados y dedicación que involucran como parte del trabajo no remunerado, no obstante aún las actividades del hogar pueden realizarse en condiciones no adecuadas para afectar su salud o integridad. Una mayor cantidad de perceptores ingreso PI ($\beta_{PI} = - 0.088$) implica una reducción en el bienestar familiar. La reducción en el bienestar puede atribuirse a la existencia de una propensión al ahorro, en la medida que un hogar cubre ese gasto con las aportaciones de parte de sus miembros, si se adiciona uno más se favorece destinar una parte para gastos futuros, o también a la incorporación de algunos miembros del hogar que desarrollaban trabajo doméstico no remunerado y que al incorporarse a la población económicamente activa, obligan a otros miembros del hogar a incrementar sus labores en el hogar o a tener que realizar un desembolso por ello.

Variables independientes / estadísticos	Coefficiente de regresión estandarizado β	Estadístico t	IC<10
IC	0.519	214.866	1.000
GT	0.156	31.336	2.583
GE	0.134	46.663	3.064
$IHM12_64$	0.111	19.271	4.222
GS	0.090	32.897	3.532
GB	0.088	22.746	3.792
$GTab$	0.023	11.685	7.631
NOc	0.020	3.843	9.076
$IHM12$	-0.029	-10.944	8.495
PI	-0.088	-16.169	4.627
R^2		0.7372	
R^2 corregida		0.7371	
F- estadística (ANOVA)		20,932.642	
Grados de libertad (regresión y residuales)		10 y 74,637	

Tabla 10. Resultados del análisis de regresión análisis de regresión MCO del GCM_{MG}

Fuente: Elaboración con resultados del análisis de regresión múltiple a partir de microdatos de la ENIGH 2018.

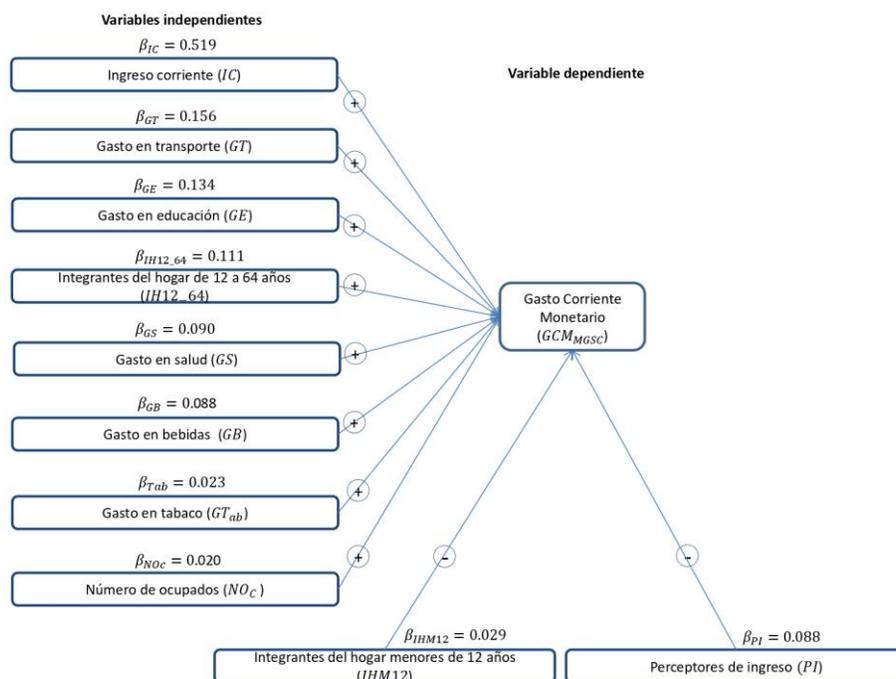


Figura 1. Diagrama causal del Modelo de Bienestar Familiar 2018 GCM_{MG2018}
Fuente: Elaboración análisis de regresión múltiple a partir de microdatos de la ENIGH 2018

Comentarios Finales

Resumen de resultados

El modelo de economía familiar obtenido refleja las variables que contribuyen al bienestar de la población mexicana, como son las personas en edad productiva, el ingreso corriente, los gastos en transporte, educación y salud. A medida que otros miembros del hogar se incorporan a la actividad productiva, dejan de colaborar en el trabajo no remunerado, lo que ocasiona una disminución del bienestar. El gasto en bebidas, relacionado con el gasto en salud y con las principales enfermedades que se presentan en México y en el mundo, así como el consumo de tabaco también son componentes del bienestar familiar.

Conclusiones

El bienestar familiar de los hogares mexicanos medido a través del gasto corriente monetario, en la manera en que se obtuvo en 2018, induce a una reflexión sobre su pertinencia a mediano y largo plazo en una relación costo beneficio no solo en términos monetarios sino en términos de la preservación de la salud de los habitantes de México y en qué acciones deben ser implementadas para revertir su deterioro. Acciones que incidan en la formación de capital humano para mejorar las capacidades de los habitantes, sobre todo en poblaciones vulnerables para que puedan desarrollar sus capacidades.

Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en la observación de cómo se modifica el modelo de bienestar de la población mexicana en la post pandemia.

Referencias

Becker, G. "Human Capital: a Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education". The University of Chicago Press. 1994. <https://www.nber.org/books-and-chapters/human-capital-theoretical-and-empirical-analysis-special-reference-education-third-edition>

Castro-Juárez, C.J., Cabrera-Pivaral, C.E., Ramírez-García, S.A., García-Sierra, L., Morales-Pérez, L. y Ramírez-Concepción, H.R. "Factores de riesgo para enfermedad cardiovascular en adultos mexicanos". *Revista Médica MD*, Vol. 9, No. 2, 2017. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=77487>

Chackiel, J. “El envejecimiento de la población latinoamericana: ¿hacia una relación de dependencia favorable” *Serie Población y Desarrollo*. Naciones Unidas. (2000).

Expansión/Datosmacro.com. *México – Gasto público Educación*. Consultada por Internet el 5 de octubre de 2022. <https://datosmacro.expansion.com/estado/gasto/educacion/mexico>.

Gijón-Cruz, A. S., Espinosa-Rojas, C. R. y Reyes-Morales, R. G. “Analysis of subsistence and well-being strategies through a model of household economics in the Tlacolula Valley of Oaxaca state, Mexico”. *China-USA Business Review*, Vol. 17, No. 5. 2018. [http:// doi: 10.17265/1537-1514/2018.05.001](http://doi:10.17265/1537-1514/2018.05.001)

Gujarati, D. y Porter, D. “*Econometría*”. Mc Graw Hill/Interamericana. 2010.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. “*Módulo de trabajo infantil MTI 2017*, Principales resultados”. INEGI, 2018.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. “*Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, Nota técnica*”. INEGI, 2019.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. “Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2018, ENIGH, Nueva serie”. 2019a. Consultada por Internet el 5 de abril de 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2018/#Microdatos>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, Nota técnica*. (2019a). Consultada por Internet el 15 de mayo de 2020. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh2018_ns_nota_tecnica.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. “El INEGI da a conocer los resultados de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2018” [Comunicado de Prensa]. (2019b),

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. “Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo cifras durante el segundo trimestre de 2018” [Comunicado de Prensa]. (2019c).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. “Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo cifras durante el cuarto trimestre de 2018” [Comunicado de Prensa]. (2019d).

Instituto Nacional de Salud Pública. “*Economic cost of tobacco into the mexican health system, to avoid financial and disease burden by fully implementing mpower policies*”. (2021). Dirección de Internet: <https://www.insp.mx/control-tabaco/proyecto/economic-cost-of-tobacco-into-the-mexican-health-system-to-avoid-financial-and-disease-burden-by-fully-implementing-mpower-policies>

Popolo, F. “*Características sociodemográficas y socioeconómicas de las personas de edad en América Latina*”. *Serie población y desarrollo*. Naciones Unidas. (2001). Consultada el 9 de diciembre de 2021. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7154/1/S0111996_es.pdf

Reyes, R. G., Gijón, A. S. y Cruz, I. “Migración internacional, economías familiares, mercados y medio ambiente en México”. *Migración y desarrollo*, Vol. 13, No. 25, 2015. Dirección de Internet: <http://www.scielo.org.mx/pdf/myd/v13n25/1870-7599-myd-13-25-00117.pdf>

Reyes, R.G. y Gijón, A.S. (2011). Bienestar y remesas internacionales de los hogares rurales en México. <https://www.flacsoandes.edu.ec/agora/bienestar-y-remesas-internacionales-de-los-hogares-rurales-en-mexico>

Schultz, T. “The formation of human capital and the economic development of Africa: Returns to Health and Schooling investments”. *African Development Bank*. 2002. Dirección en Internet: <https://www.afdb.org/en/documents/document/working-paper-37-the-formation-of-human-capital-and-the-economic-development-of-africa-returns-to-health-and-schooling-investments-8982>

Sen, A. “Tendencia de la economía mundial: pobreza y bienestar social y económico”. *Revista Vectores de Investigación Journal of Comparative Studies Latin America*, Vol. 8, 2014. https://docs.wixstatic.com/ugd/33e3ab_4ae2985e7f7440508935e1a548832d2c.pdf

Todaro, M. y Smith, S. “Economic development”. 2015. Pearson

Yusuf, S. y Stiglitz, J. (2001). “Aspectos del desarrollo: resueltos y pendientes”. En G. Meier y J. Stiglitz (Eds.), *Fronteras de la Economía del Desarrollo. El futuro en perspectiva*. 2001. Banco Mundial-Alfaomega.

Notas Biográficas

La M.C. **Alejandra Margarita Boix Cruz** es estudiante del Doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico en el Instituto Tecnológico de Oaxaca. Es autora de 9 capítulos de libro y ha participado en congresos nacionales e internacionales.

El Dr. **Rafael Reyes Morales** es profesor investigador del Instituto Tecnológico de Oaxaca. Tiene maestría en ciencias por la Universidad de Strathclyde, Glasgow, Gran Bretaña y doctorado en ciencias en desarrollo regional por el Instituto Tecnológico de Oaxaca, México. Su producción científica abarca migración internacional y desarrollo, economía familiar, bienestar objetivo y subjetivo, así como bienestar, salud y medio ambiente.

La Dra. **Alicia Sylvia Gijón Cruz** tiene maestría y doctorado por el Instituto Tecnológico de Oaxaca. Es profesora investigadora de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Sus publicaciones cubren los temas bienestar, salud y medio ambiente, así como migración y bienestar objetivo.

Sistema de Control Basado en Lógica Difusa para Inferir el Grado de Calidad de un Producto Comestible

Sarahi Camargo Carmona LIC.¹, Dra. Ana Dinora Guzmán Chávez²,
y Dr. Everardo Vargas Rodríguez³

Resumen—En este trabajo se propuso un sistema de control basado en lógica difusa para lograr inferir el grado de calidad de un producto comestible (pizza) elaborado en una microempresa de Yuriria, tomando como variables de entrada: Cantidad de Queso, Cantidad de Ingredientes y Tiempo de Cocción. El sistema de inferencia difusa que se utilizó fue el Mamdani, con el cual se logró un coeficiente de determinación de 97.65. Finalmente, se generó una propuesta para el sistema de control de calidad con un sistema de control difuso de lazo cerrado.

Palabras clave—lógica difusa, control, microempresa, calidad.

Introducción

La calidad de un producto es un factor indispensable para la competitividad de una empresa, por lo que contar con un sistema que permita mantener la calidad del mismo es importante para satisfacer las necesidades y exigencias del consumidor final y mantener en el mercado a la empresa. En la actualidad es necesario cumplir con estándares de calidad para poder competir en un mercado que cada vez es más exigente. Para lograrlo generalmente es necesario la implementación de un sistema de control, para el cual su función es recibir entradas y coordinar una o varias respuestas.

En la actualidad, existen diversas herramientas que son empleadas en el control de procesos, entre las que se pueden mencionar son: el diagrama de afinidad, el diagrama de Pareto, el control estadístico de procesos, el diagrama de Ishikawa, el gráfico de control, el diagrama de dispersión y la lista de verificación o check-list. Por ejemplo, en el trabajo (Duan & Yan, 2020), los autores implementaron un sistema de control de calidad en tiempo real de un proceso de fabricación de un producto, esto lo implementaron a través de algoritmos de asociación y reglas de correlación, analizando la similitud de las variaciones de medición de las características del producto. Sin embargo, el modelo propuesto puede tener dificultades de adaptación cuando el algoritmo se aplica a diferentes procesos de fabricación. Otros autores emplearon un indicador multivariante y la carta de control en una empresa de lavado de tanques industriales para el transporte de productos sólidos y líquidos (Fontalvo et al., 2020). Como resultado, lograron identificar la variabilidad en el proceso, sin embargo, debido a la complementariedad de la integración de las dos técnicas, consideraron necesario monitorear de manera general las dimensiones de la calidad de la empresa, por lo que no fue posible analizarlas de forma individual. Por otra parte en (Montesdeoca et al., 2020) los autores se enfocaron en evaluar la calidad de la producción de queso para poder establecer mejoras en cuanto a una conservación adecuada de la leche utilizada para la elaboración del producto. En tal sentido, realizaron varias evaluaciones sensoriales del producto para determinar el rendimiento y el aprovechamiento de los componentes principales de la leche a través de diversos análisis de varianza de las características fisicoquímicas de la leche. Los autores mencionan que el rendimiento en los resultados en comparación con otras investigaciones similares es menor. En (Pérez & León, 2018), se reportó el uso de la metodología DMAIC para el control de calidad de la variable de dureza en el proceso de fabricación de galletas. Los autores realizaron una prueba piloto comparando dos ingredientes en cantidades iguales de diferente proveedor, a partir de los resultados seleccionaron la mezcla que permitió mantener el parámetro dentro de los límites de calidad permitidos de la galleta, por tanto resultó favorecedora la implementación de la metodología. Adicionalmente, otros autores aplicaron las herramientas de diagrama de Ishikawa, ciclo PDCA, Metodología 5S y hojas de cálculo en una pizzería con el objetivo de implementar un control de calidad en la elaboración de pizzas (Fontalvo et al., 2020). Como resultado, lograron implementar de forma exitosa el control de calidad en el proceso de fabricación de la pizza, sin embargo, un punto importante que plantean los autores es que consideran necesario estandarizar el uso de estas herramientas de calidad hasta que la empresa las adopte como procedimientos de rutina dentro del proceso de elaboración de pizza; esto para lograr el mantenimiento de la calidad del producto final. Por otro

¹ La Lic Sarahi Camargo Carmona es alumna de la Maestría en Administración de Tecnologías de la Universidad de Guanajuato, Yuriria, Guanajuato. s.camargocarmona@ugto.mx

² La Dra. Ana Dinora Guzmán Chávez es Profesora en el Departamento de Estudios Multidisciplinarios en la Universidad de Guanajuato, México. ad.guzman@ugto.mx (autor corresponsal)

³ El Dr. Everardo Vargas Rodríguez es Profesor en el Departamento de Estudios Multidisciplinarios en la Universidad de Guanajuato, México. evr@ugto.mx

lado, también se ha reportado el uso de la lógica difusa para el control de procesos, esta herramienta de la inteligencia artificial es muy flexible y permite transformar de una manera relativamente simple la experiencia humana en formas matemáticas. En la literatura se hace referencia a que el primer controlador difuso fue construido en 1978, el cual se instaló en un período de prueba en el horno de cemento de F.L. Smidth & Company Dinamarca, y este mostró una mejora en el ahorro de combustible por encima de los resultados del operador humano. A partir de este momento el uso de este tipo de controladores se ha venido incrementando.

En este trabajo, se desarrolló un sistema de control basado en lógica difusa para lograr inferir el grado de calidad (GC) de un producto comestible elaborado en una microempresa de Yuriria. Con la ayuda del experto y los resultados arrojados por la encuesta aplicada a los clientes, se determinó como variables de entrada: Cantidad de Queso (CQ), Cantidad de Ingredientes (CI) y Tiempo de Cocción (TC) para la determinación del grado de calidad (variable de salida) de la pizza sabor pepperoni. El sistema de inferencia difusa que se utilizó fue el Mamdani, con el cual se alcanzó un coeficiente de determinación (R^2) de 97.65 al comparar los datos experimentales con los teóricos. Finalmente, se generó una base de datos teórica la cual se utilizó para implementar el sistema de control basado en un sistema de control difuso de lazo cerrado.

Descripción del Método

El presente trabajo, está centrado en la generación de un sistema de control a partir de la metodología de lógica difusa (Figura 1), el cual se implementó para una microempresa de la industria de comida rápida dedicada principalmente a la elaboración y venta de pizzas ubicada en el municipio de Yuriria, Guanajuato. Para lograr los objetivos planteados, se realizó lo siguiente:

1. Primero se identificó las variables involucradas (variables de entrada) en la determinación del grado de calidad de la pizza (variable de salida). Para cada variable se propusieron los conjuntos difusos y las funciones de membresía, es decir, se difusificaron las variables.
2. Después se propusieron las reglas difusas del tipo SI-ENTONCES. Para tomar en cuenta varios antecedentes en una sola regla, se utilizó el operador lógico AND, el cual toma el valor mínimo.
3. Se elaboraron varias pizzas con diferentes combinaciones de valores para las variables de entrada. Estas pizzas se ofrecieron a varios clientes y la puntuación que dieron al grado de calidad fue registrado, esto con la finalidad de obtener una base de datos experimental.
4. Posteriormente se desarrolló el algoritmo para aplicar el sistema de lógica difusa de tipo Mamdani. Para el agregado se utilizó el operador *max* y para la desdifusificación se usó el método del centroide (CDA), el cual se expresa como:

$$CDA = \frac{\sum_i \mu(x_i)x_i}{\sum_i \mu(x_i)} \quad (1)$$

donde $\mu(x_i)$ es el valor de membresía para el punto x del universo de discurso. Para validar el sistema se usó el coeficiente de determinación (R^2) el cual compara los datos experimentales con los datos estimados obtenidos con la desdifusificación. El R^2 se expresa como:

$$R^2 = \frac{\sum_{m=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{m=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

donde \hat{y}_1 es el i - ésimo valor estimado y \bar{y} es el promedio de los valores observados.

5. Finalmente se obtuvo el grado de calidad teórico en función de distintos valores para las variables de entrada. Estos valores se usaron como base de datos de comparación en el sistema de control de calidad. Este sistema tiene la opción de que se ingresen los valores iniciales de las variables de entrada y le indica al usuario cuanto debe disminuir o aumentar el valor de cada variable para obtener el grado de calidad objetivo.



Figura 1. Etapas de un sistema basado en lógica difusa

Resultados

Para la identificación de las variables de entrada que se propusieron para determinar la variable de salida, es decir, el grado de calidad (GC) de una pizza, se realizó una encuesta. De ésta se obtuvo que la pizza de pepperonni es la que más gusta a las personas, por lo que el trabajo de investigación se centró en determinar el GC de la pizza con dicho ingrediente. Además, con los resultados de la encuesta y la ayuda del experto se determinaron las variables de entrada, las cuales son: Tiempo de cocción de la pizza (TC), Cantidad de queso (CQ) y Cantidad de ingredientes (CI). Para los conjuntos difusos de las variables de entrada, CQ y CI se utilizaron las etiquetas: Insuficiente (I), Regular (R), Muy bueno (E) y Excelente (E); para la variable de entrada, TC, se utilizaron las etiquetas: Insuficiente (I), Regular (R), Excelente (E) y Excedente (X); y para los conjunto difusos de la variable de salida se utilizó las etiquetas: Mala (M), Buena (B), Excelente (E).

Para la definición de las reglas se utilizó el operador AND, el cual toma el valor mínimo asociado al mismo elemento de todos los conjuntos difusos de las variables de entrada de cada regla. Al hacer la relación de las variables de entrada se generó una combinación de 64 reglas las cuales se analizaron con la ayuda del experto para atribuir a los antecedentes su consecuencia. En la Figura 2 se puede observar todas las reglas, por ejemplo, la primera regla se interpreta de la siguiente manera:

r1: SI Tiempo Cocción es TCI y Cantidad Queso es CQI y Cantidad de Ingredientes es CII ENTONCES el Grado de Calidad de la Pizza es GCM.

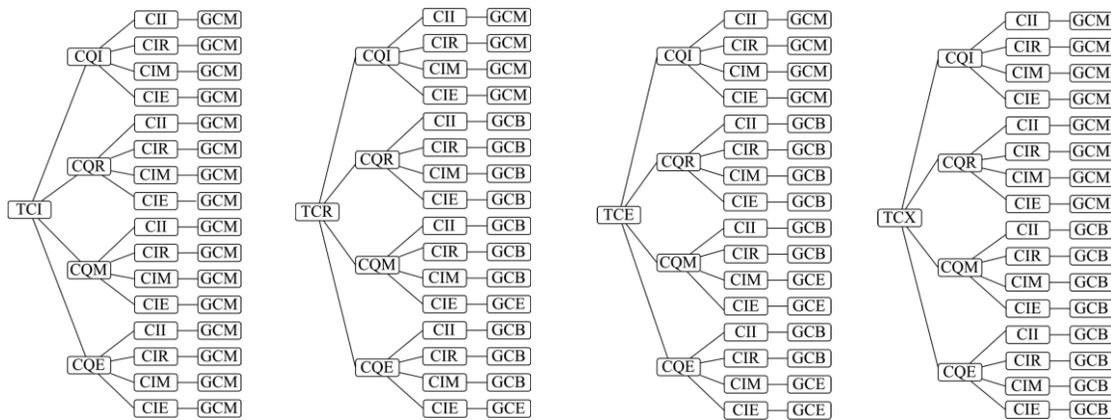


Figura 2. Combinaciones de las variables de entrada y su relación con la variable de salida

El sistema de inferencia basado en lógica difusa de tipo Mamdani se programó en Matlab. Se comenzó con funciones de membresía triangulares las cuales se fueron modificando hasta obtener un buen ajuste entre los datos teóricos y experimentales. En la Figura 3 se observa la representación gráfica y en la Tabla 1 las expresiones matemáticas de las funciones de membresía finales que se utilizaron para inferir el GC de la pizza. Se puede observar que los conjuntos difusos están entre los rangos 0 –150 g para CQ, 0 – 60 g para CI, 0 – 20 min para TC y 0 – 100 para GC.

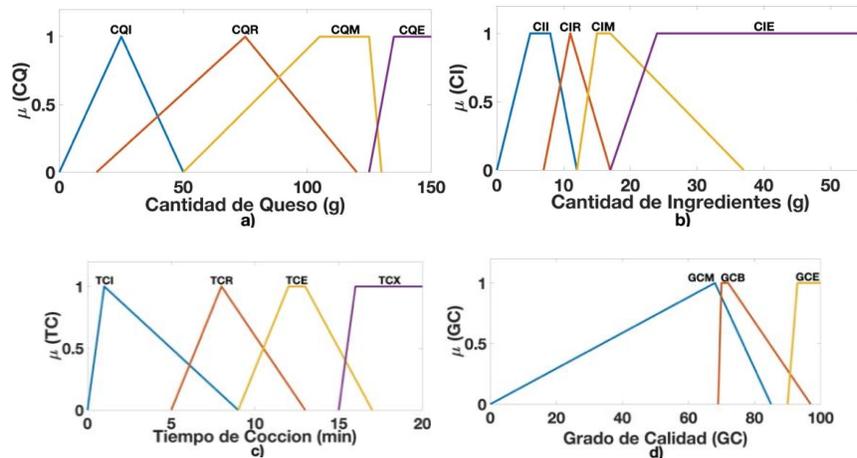


Figura 3. Funciones de membresía finales para la variable a) CQ, b) CI, c) TC y d) GC.

Tabla 1. Funciones de membresía de las variables de entrada y salida

FUNCIONES DE MEMBRESÍA			
CQ		CI	
$\mu(CQI)$	$\begin{cases} 0 & CQI < 0 \\ \frac{1}{25}(CQI) & 0 \leq CQI \leq 25 \\ -\frac{1}{25}(CQI) + 2 & 25 \leq CQI \leq 50 \\ 0 & CQI > 50 \end{cases}$	$\mu(CII)$	$\begin{cases} 0 & CII < 0 \\ \frac{1}{5}(CII) & 0 \leq CII \leq 5 \\ (CII) & 5 \leq CII \leq 8 \\ -\frac{1}{3}(CII) + 3 & 8 \leq CII \leq 12 \end{cases}$
$\mu(CQR)$	$\begin{cases} 0 & CQR < 15 \\ \frac{1}{60}(CQR) - \frac{1}{4} & 15 \leq CQR \leq 75 \\ -\frac{1}{35}(CQR) + \frac{9}{8} & 75 \leq CQR \leq 120 \\ 0 & CQR > 120 \end{cases}$	$\mu(CIR)$	$\begin{cases} 0 & CIR < 7 \\ \frac{1}{4}(CIR) - \frac{7}{4} & 7 \leq CIR \leq 11 \\ -\frac{1}{6}(CIR) + \frac{17}{6} & 11 \leq CIR \leq 17 \\ 0 & CIR > 17 \end{cases}$
$\mu(CQM)$	$\begin{cases} 0 & CQM < 50 \\ \frac{1}{35}(CQM) - \frac{10}{11} & 50 \leq CQM \leq 105 \\ (CQM) & 105 \leq CQM \leq 130 \\ \frac{1}{5}(CQM) + 26 & 125 \leq CQM \leq 130 \end{cases}$	$\mu(CIM)$	$\begin{cases} 0 & CIM < 12 \\ \frac{1}{3}(CIM) - 4 & 12 \leq CIM \leq 15 \\ (CIM) & 15 \leq CIM \leq 17 \\ \frac{1}{20}(CIM) + \frac{37}{20} & 17 \leq CIM \leq 37 \end{cases}$
$\mu(CQE)$	$\begin{cases} 0 & CQE < 125 \\ \frac{1}{10}(CQE) - \frac{25}{2} & 125 \leq CQE \leq 135 \\ 0 & CQE > 150 \end{cases}$	$\mu(CIE)$	$\begin{cases} 0 & CIE < 17 \\ \frac{1}{3}(CIE) - \frac{17}{3} & 17 \leq CIE \leq 24 \\ 0 & CIE > 60 \end{cases}$
FUNCIONES DE MEMBRESÍA			
TC		GC	
$\mu(TCI)$	$\begin{cases} 0 & TCI < 0 \\ (TCI) & 0 \leq TCI \leq 1 \\ -\frac{1}{8}(TCI) + \frac{9}{8} & 1 \leq TCI \leq 9 \\ 0 & TCI > 9 \end{cases}$	$\mu(GCM)$	$\begin{cases} 0 & GCM < 0 \\ \frac{1}{65}(GCM) & 0 \leq GCM \leq 68 \\ -\frac{1}{7}(GCM) + 5 & 68 \leq GCM \leq 85 \\ 0 & GCM > 85 \end{cases}$
$\mu(TCR)$	$\begin{cases} 0 & TCR < 7 \\ \frac{1}{3}(TCR) - \frac{2}{3} & 5 \leq TCR \leq 8 \\ -\frac{1}{3}(TCR) + \frac{13}{3} & 8 \leq TCR \leq 13 \\ 0 & TCR > 13 \end{cases}$	$\mu(GCB)$	$\begin{cases} 0 & GCB < 69 \\ (GCB) - 69 & 69 \leq GCB \leq 70 \\ (GCB) & 70 \leq GCB \leq 72 \\ 0 & GCB > 97 \end{cases}$
$\mu(TCE)$	$\begin{cases} 0 & TCE < 9 \\ \frac{1}{3}(TCE) - 3 & 9 \leq TCE \leq 11 \\ (TCE) & 12 \leq TCE \leq 13 \\ -\frac{1}{5} + \frac{18}{5} & 13 \leq TCE \leq 17 \end{cases}$		
$\mu(TCX)$	$\begin{cases} 0 & TCX < 15 \\ (TCX) - 15 & 15 \leq TCX \leq 16 \\ 0 & TCX > 20 \end{cases}$	$\mu(GCE)$	$\begin{cases} 0 & GCE < 90 \\ \frac{1}{3}(GCE) - 30 & 90 \leq GCE \leq 93 \\ 0 & GCE > 100 \end{cases}$

Como se mencionó en la metodología, para el agregado de todos los conjuntos obtenidos con la evaluación de cada una de las reglas se aplicó el operador *max*, es decir, se tomó el valor de membresía máximo de entre todos los valores para el mismo elemento de cada uno de los conjuntos; y para la desdifusificación, es decir, para obtener un número relacionado al grado de calidad, se aplicó el método del centroide. En la figura 4 se muestra el agregado y el centroide para dos casos. Para el primer caso los valores de entrada fueron TC=10 min, CQ=80 g y CI=35 g, con estos valores los clientes dieron un valor de GC=83 y el valor de GC obtenido con el sistema propuesto fue de 83. Para el segundo caso los valores de entrada fueron TC=16 min, CQ=25 g y CI=30 g, los cuales estaban relacionados con un GC experimental de 52 y el obtenido con el sistema fue de 52. En la figura se observa también para cada caso los valores de pertenencia de los conjuntos resultantes de aplicar las reglas.

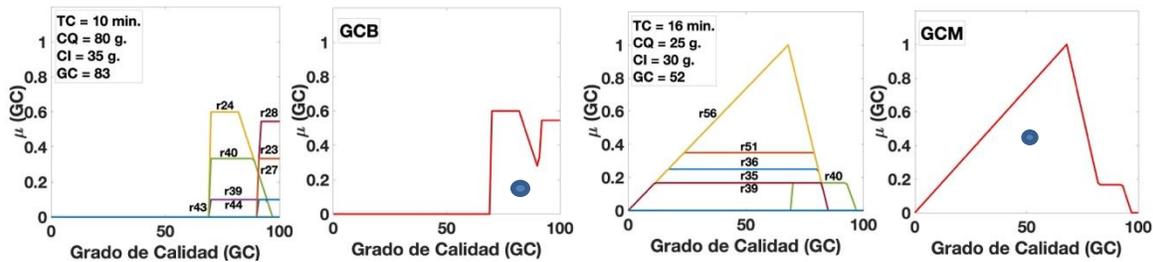


Figura 4. Agregado de las reglas y desdifusificación para dos diferentes casos.

En la Figura 5 se muestra la comparación entre los datos experimentales y teóricos. Los puntos rojos son los valores asignados a la variable de salida GC por los clientes y los puntos azules solo valores obtenidos con el sistema propuesto. En la figura se muestra que existe una alta coincidencia entre ambos valores lo cual se corrobora con el coeficiente de determinación el cual fue del 97.6.

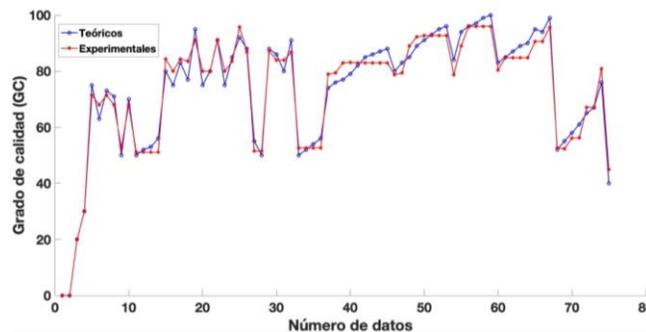


Figura 5. Comparación entre los datos experimentales y los datos teóricos obtenidos con el sistema de inferencia tipo Mamdani.

En la Figura 6 se muestra el diagrama a bloques del sistema de control que se propone. Básicamente, el usuario ingresa el valor del grado de calidad objetivo (GCO), el valor al que el experto desea llegar para satisfacer las necesidades del consumidor; también se ingresan las cantidades para cada una de las tres variables de entrada que se consideran la perturbación del sistema porque cada vez que el usuario cambie esos valores, el sistema tendrá que ajustarlos para llegar al GCO. El valor del GCO se compara con todos los valores asociados a la variable de salida (GC) registrados en la base de datos, es decir, se resta el GCO con cada uno de los valores de la variable GC registrados en dicha base de datos. Los valores de TC, CQ y CI asociados al valor del GC con el que se obtuvo el valor de la resta más pequeño, se comparan (restaron) con los valores ingresados por el usuario. Finalmente, el programa arroja el resultado de las restas entre estos valores, para un valor positivo y negativo indica la cantidad a agregar y restar, respectivamente, para llegar a la calidad objetivo.

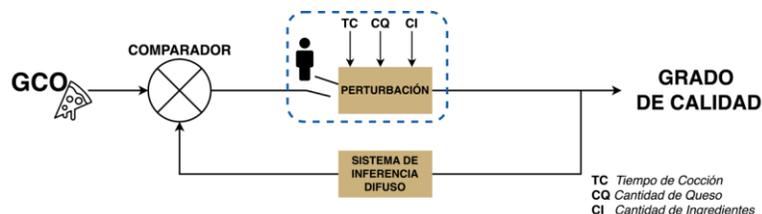


Figura 6. Diagrama a bloques del sistema de control propuesto basado en lógica difusa.

Conclusiones

En el presente trabajo se propuso un sistema de control basado en lógica difusa para inferir el grado de calidad de un producto comestible. La metodología de lógica difusa es usada para inferir una salida a partir de varias entradas además de que se requiere del conocimiento del experto. En este sentido, como el grado de calidad de una pizza depende de varios factores así como de la habilidad de un cocinero (experto), ésta pudo ser inferida basándose en un sistema de lógica difusa. Las variables de entrada de mayor relevancia para inferir el grado de calidad de una pizza son el tiempo de cocción, la cantidad de queso y la cantidad de ingredientes. Además, basándose en el sistema de inferencia tipo Mamdani es posible inferir el grado de calidad de la pizza con un ajuste del más del 90% a las valoraciones dadas por los consumidores de pizza. El sistema de inferencia difuso puede ser implementado en un sistema de control de tipo de lazo cerrado para ajustar las cantidades de las variables de entrada con la finalidad de alcanzar el grado de calidad objetivo fijado por cualquier persona sin la necesidad de un experto en el tema. Finalmente, al poder ajustar las cantidades de entrada, se es factible reducir desperdicios y eficientar la materia prima de la microempresa.

Referencias bibliográficas

- Duan, G. J., & Yan, X. (2020). A Real-Time Quality Control System Based on Manufacturing Process Data. *IEEE Access*, 8, 208506–208517. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3038394>
- Fontalvo, T. J., Herrera, R., & Delahoz-Dominguez, E. J. (2020). Multivariate capacity indicator of quality dimensions in an industrial tank washing company. *Informacion Tecnologica*, 21(5), 109–118. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000500109>
- Guilherme, F., Rhubens, E., Kaíque, B. D. M., & Cecília Rochele. (2021). Quality Pizza: tools applied in Teresina PI industry Pizza de calidad. *Revista Cubana de Ingeniería*, XII(3), 294.
- Montesdeoca, P., Ricardo, R., Piloso, K., Hernández, T., Lemoine, I., Camejo, M., Lorente, G., Benítez, I., & García, M. (2020). Evaluación de la calidad y la eficiencia tecnológica en la producción de queso semiduro gouda. *Siembra*, 7(2), 022–031. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2123>
- Pérez, M., & León, L. (2018). *DMAIC como estrategia para control de dureza en la fabricación de galletas*. http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_Impr_DMAIC_como_estrategia_para_control_de_dureza_en_la_fabricacion_de_galletas.html

Notas Biográficas

La **Lic. Sarahi Camargo Carmona** es alumna de la Maestría en Administración de Tecnologías de la Universidad de Guanajuato. Su Licenciatura en Gestión Empresarial de la Universidad de Guanajuato.

La **Dra. Ana Dinora Guzmán Chávez** es profesora investigadora en la Universidad de Guanajuato. Su maestría y doctorado en Ciencias (Óptica) es del Centro de Investigaciones en Óptica, México. La Dra. Guzmán ha publicado más de 25 artículos en revistas indizadas al JCR.

El **Dr. Everardo Vargas Rodríguez** es profesor investigador en la Universidad de Guanajuato. Su maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Guanajuato, México. Él es Doctor en Filosofía de la Universidad de Southampton, Reino Unido. El Dr. Everardo ha publicado más de 35 artículos en revistas indizadas al JCR.

Trayectoria Académica de los Estudiantes de la Licenciatura en Lengua y Literatura Hispánicas del C U UAEM Amecameca Aceptados en Segunda Convocatoria del Examen de Admisión (Generaciones 2016B – 2019B)

Campero G. N.¹, Sánchez, R. M. A.², Díaz, S. H.³, Melchor, D. G.⁴ Universidad Autónoma del Estado de México.
Autor para correspondencia/Author for correspondence: camperomx53@gmail.com

Resumen. El objetivo es analizar la trayectoria académica de los estudiantes de la licenciatura en Lengua y Literatura Hispánicas del Centro Universitario UAEM Amecameca, dependiente de la Universidad Autónoma del Estado de México frente a la trayectoria del conjunto global de estudiantes aceptados en esos años, particularmente sobre su índice de abandono y el de reprobación. También se buscó determinar los efectos del sexo sobre estos índices. El enfoque de investigación fue cuantitativo, el diseño no experimental, longitudinal y analítico descriptivo. Se contó con el apoyo de la Dirección del espacio académico, El Programa Tutorial, el Departamento de Control Escolar y la Agenda Estadística de la institución. Con base en los resultados se demostró que estos índices son elevados en los estudiantes provenientes tanto de la primera como de la segunda oportunidad y que el sexo influye en dichos indicadores.

Palabras clave: Abandono, Aceptación, Índices, Regularización, Reprobación

Introducción

“El proceso de selección a la educación superior en México ha seguido la tendencia del uso de pruebas estandarizadas, principalmente aquellas diseñadas por el Consejo Nacional de Evaluación (CENEVAL) EXANI II” (Buendía, 59)

De acuerdo con la misma autora:

Este proceso de selección asume como supuesto que los alumnos elijen un conjunto de opciones en orden de preferencia y que el ingreso a ellas dependerá únicamente del conocimiento y habilidades de los sustentantes. De tal forma que el examen no considera, entre otros elementos la escuela de origen y el nivel socioeconómico de los estudiantes, promoviendo la reproducción de una sociedad altamente meritocrática, reafirmando entre otras cosas, que las posibilidades educativas dependen en gran parte de los méritos y/o cantidad de esfuerzo individuales de los sujetos Bourdieu (1998, p.2003).

En este sentido la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) aplica el Índice UAEMéx, el cual considera un porcentaje del resultado obtenido en el EXANI II y le otorga otro porcentaje al promedio que el aspirante obtuvo en el bachillerato, la relación de porcentajes varía de una Facultad o Centro Universitario a otra u otro; en el caso de la Licenciatura en Nutrición, en el Centro Universitario UAEM Amecameca, se otorga un 90% al resultado del EXANI II y un 10% al promedio del bachillerato.

Por otro lado, la cobertura en educación superior ha sido motivo de atención desde años atrás. Ya en 2006, la ANUIES planteaba la necesidad de que las instituciones de educación superior conjuntaran esfuerzos para ampliar la cobertura de la educación superior en el país.

Durante la inauguración de la XLVII Sesión Ordinaria de LA ANUIES, que tuvo lugar en la Universidad Autónoma de Guadalajara en 2015, Jaime Valls Esponda, secretario general ejecutivo de esta asociación, afirmó que elevar la cobertura y la calidad son los principales retos que enfrenta la educación superior en México.

La Universidad Autónoma del Estado de México, (UAEM), al igual que otras universidades del país, ha implementado una serie de medidas para aumentar la cobertura en sus aulas, entre estas medidas se tienen: la creación

¹ Dr. En E. Narciso Campero Garnica es Profesor de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca. camperomx53@gmail.com (autor corresponsal)

² Dr. En C. P. y S. Miguel Ángel de Guadalupe Sánchez Ramos es Director del Centro Universitario UAEM Amecameca, México. masanchezr@uaemex.mx

³ Dr. en E. Sergio Hilario Díaz es Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM, México. camaoseh@yahoo.com.mx

⁴ Dra. en E. Guadalupe Melchor Díaz es Profesora Investigadora de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca. gpe_md@yahoo.com.mx

de nuevos espacios para atención de los jóvenes, la creación de nuevas carreras y la implementación de la segunda convocatoria para examen de admisión con el fin de aceptar a más aspirantes de nivel licenciatura. Esta segunda convocatoria sólo se destina a licenciaturas de baja demanda o bien, para ocupar los lugares que dejan vacantes algunos aspirantes que fueron aceptados en la primera convocatoria pero que, por alguna razón, decidieron no concluir con su proceso de inscripción.

El Plan Rector de Desarrollo 2017-2021 señala que “De 2008 a 2016 se ha registrado un incremento de 60% en la matrícula general de alumnos aceptados, cifra que revela el importante esfuerzo para atender a mayor número de alumnos” (p. 61).

De acuerdo con el Plan General de Desarrollo 2009 -2021 de la Universidad Autónoma del Estado de México

La UAEM estará en posibilidades de promover un crecimiento ordenado de la matrícula, de tal forma que se garantice el ingreso y permanencia, con equidad y pertinencia, a toda persona que muestre la capacidad, además del interés, por cursar estudios profesionales. (p. 50)

En el mismo documento se establece que “Respecto del ingreso de los estudiantes, se transitará a un modelo que garantice la selección adecuada de las habilidades requeridas por el programa educativo que la persona desea cursar; así se garantizará la promoción y permanencia del alumnado” (p. 51)

En el Centro Universitario UAEM Amecameca se ofrecen siete licenciaturas (Administración, Ciencias Políticas y Administración Pública, Contaduría, Derecho, Lengua y Literatura Hispánicas, Medicina Veterinaria y Zootecnia y Nutrición), la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, la Maestría en Sociología de la Salud, el Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales y el Doctorado en Sustentabilidad para el Desarrollo.

De las siete licenciaturas, dos son de baja demanda, dos de demanda media y tres sobresalen por su alta demanda.

La licenciatura en Lengua y Literatura Hispánicas es la licenciatura con menor demanda, con un grupo de nuevo ingreso por generación. Esta licenciatura constantemente emite una segunda convocatoria para cubrir los lugares que no fueron ocupados en la primera convocatoria.

En el presente estudio se analiza la trayectoria académica de los estudiantes que ingresaron a primer semestre en los ciclos 2016B al 2019B, considerando sus índices de abandono y reprobación, para comparar su desempeño con respecto al grupo en general con el que se ha dado dicha trayectoria.

Objetivo

Analizar la trayectoria académica de los estudiantes de la licenciatura en Lengua y Literatura Hispánicas del Centro Universitario UAEM Amecameca, dependiente de la Universidad Autónoma del Estado de México, aceptados en la segunda convocatoria, frente a la trayectoria del conjunto global de estudiantes aceptados en esos años, particularmente sobre su índice de abandono y el de reprobación. También se buscó determinar los efectos del sexo sobre estos índices.

Metodología.

El enfoque de investigación fue cuantitativo, el diseño no experimental, longitudinal y analítico descriptivo. Para la recolección de los datos se utilizó la información del Departamento de Control Escolar respecto a los estudiantes (36) aceptados en segunda oportunidad del examen de admisión. El conjunto estuvo conformado por estudiantes de ambos sexos de la Licenciatura en Lengua y Literatura Hispánicas (Generación 2016 con 11 casos, Generación 2017 con 8 alumnos, Generación 2018 con 7 casos y Generación 2019 con 10 alumnos). Los resultados más sobresalientes se presentan en tablas y gráficas.

Resultados

Lengua y Literatura Hispánicas es la licenciatura con menor demanda, aceptó 36 alumnos en la segunda convocatoria entre los períodos 2016b y 2019b.

Al comparar la distribución por sexo de los alumnos del primer semestre de esta licenciatura se tiene que la proporción de mujeres aceptadas en la segunda convocatoria es mayor que la de las inscritos a primer semestre en general, para esta licenciatura. Ver gráficas 1 y 2.



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

Abandono escolar

Como se muestra en la tabla 1, se recibieron alumnos en segunda convocatoria para los ciclos 2016B, 2017B, 2018B y 2019B. En el caso de la generación 2016B han abandonado el 10% de las mujeres y el abandono global de estos alumnos es de 9%, cifras muy bajas respecto a la reducción de la matrícula de la licenciatura, que para pasar del primero al tercer semestre de esta generación fue de 54%. Para con la generación 2017B, el 50% de hombres y el 17% de las mujeres abandonaron al pasar de tercero a quinto semestre, en general se tiene un 25% de abandono; el índice es muy elevado comparado con el grupo total, que fue del 12%. En cuanto a la generación 2018B, abandonó el único hombre que se había inscrito y el 16% de las mujeres, resultando en 29% de abandono global, el cual resulta superior a la disminución de la matrícula de la licenciatura en el periodo (15%). Respecto a la generación 2019B, el 66% de los hombres y el 14% de las mujeres abandonaron los estudios, cifra menor a la reducción de la matrícula de la licenciatura, que fue del 39%.

Al hacer un comparativo de las proporciones de hombres y mujeres que han abandonado los estudios de la licenciatura en Lengua y Literatura hispánicas, se tiene que las mujeres lo hacen en una cuarta parte de lo que corresponde a los hombres. Ver gráfica 3.

Trayectoria académica

La situación académica de los 36 alumnos aceptados entre los dos periodos se presenta en la gráfica 4.

Tabla 1 Situación académica de los alumnos aceptados en segunda convocatoria 2016b – 2019b.

	2016B		2017B		2018B		2019		TOTAL		
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	
Lengua y Literatura	0	1	1	1	1	1	2	1	4	4	
Hispánicas	0	5	0	1	0	2	1	2	1	10	
	1	4	1	2	0	1	0	1	2	8	
	0	0	0	2	0	2	0	3	0	7	
TOTAL	1	10	2	6	1	6	3	7	7	29	
ABANDONO		IRREGULARES		REGULARIZADOS		REGULARES					

Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

De acuerdo con la información proporcionada por el Coordinador del Programa Tutorial, la situación de los 28 alumnos que continúan la carrera en cuanto al nivel de riesgo de fracasar en su objetivo de culminar la licenciatura, considerando el semáforo que maneja dicho programa, se muestra en la tabla 2.

Lo anterior muestra que además de los 8 alumnos que ya abandonaron la carrera, hay 11 más en alto riesgo de fracasar en la obtención del grado, lo que significaría que el 53% no concluyera los estudios de la licenciatura.

Al desglosar por sexo, las alumnas son quienes tienen el mayor porcentaje de cursar la licenciatura sin riesgo, pero también son las que tienen el mayor índice de alto riesgo para la carrera, los hombres presentan su mayor índice en bajo riesgo y medio riesgo. Ver gráfica 5

Índices de reprobación

En lo que se refiere a la proporción de los índices de reprobación (considerando tanto a los alumnos que actualmente son irregulares y los que se han regularizado) Los alumnos aceptados en la segunda convocatoria presentan un índice del 75%. Los alumnos aceptados en la generación 2016B tienen un 100% de reprobados, la generación 2017B un 67%, la generación 2018B un 60% y la generación 2019B un 57%. Son las mujeres quienes presentan una diferencia menor en dieciséis puntos porcentuales respecto a los hombres (42% vs 58%). Ver gráfica 6

En cuanto a la trayectoria en los estudios, el índice de reprobación es muy elevado durante toda la carrera. Esto concuerda con la tendencia de la licenciatura, que en general presenta los mayores índices de reprobación del Centro Universitario. Ver gráficas 7 y 8.

Tabla 2 Nivel de riesgo de los alumnos, según el semáforo del Programa Tutorial

		SIN RIESGO	RIESGO BAJO Y MEDIO	ALTO RIESGO	TOTAL
2016	H	0	1	0	1
	M	0	4	5	9
2017	H	0	1	0	1
	M	2	2	1	5
2018	H	0	0	0	0
	M	2	1	2	5
2019	H	0	0	1	1
	M	3	1	2	6
TOTAL		7	10	11	28

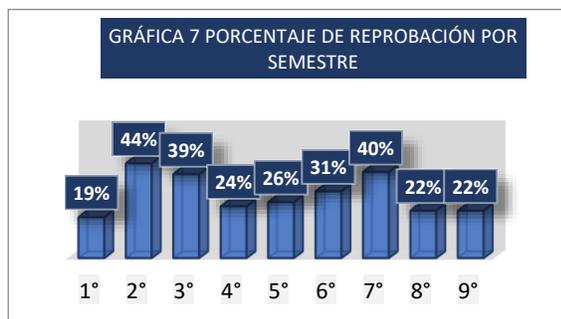
Fuente: Datos proporcionados por el Coordinador del Programa Tutorial



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar



Fuente: Datos recabados de la Agenda Estadística UAEM 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021

Conclusiones

La implementación de la Segunda Convocatoria para aprovechar al máximo las instalaciones de la Universidad Autónoma del Estado de México tiene como resultado el abrir más oportunidades de estudiar a los jóvenes que por alguna razón no obtuvieron su aceptación en la primera etapa, con miras a formar más ciudadanos preparados, capaces de enfrentar con éxito los retos que la vida les depara.

En el caso de la Licenciatura en Lengua y Literatura Hispánicas, impartida en el Centro Universitario UAEM Amecameca, algunos de estos alumnos son brillantes y muy comprometidos con la carrera, pero desafortunadamente un alto porcentaje de los aceptados abandona la misma, cabe señalar que del total de alumnos que abandonaron, el 100% eran irregulares.

Los resultados muestran que los índices de abandono y reprobación en los alumnos aceptados en la segunda convocatoria, comparados con el conjunto de alumnos inscritos a la carrera, tienen una trayectoria variable, en ocasiones estos índices son mayores que los de la licenciatura en general, pero en otras el comportamiento es a la inversa; lo que sí se detectó, sin ser el objetivo del estudio, es que esta licenciatura tiene en general altos índices de reprobación, comparada con las demás licenciaturas del Centro Universitario. Lo anterior lleva a considerar, para un nuevo estudio, la indagación sobre las causas que generan este fenómeno por la importancia que reviste para el éxito que se espera de los estudiantes y la mejora de los niveles en los indicadores de la licenciatura.

Un aspecto importante a considerar en la indagación es el relativo a características de quienes desean ingresar a Lengua y Literatura Hispánicas, ya que éstas pueden ser muy variadas; con los aspirantes aceptados en la primera convocatoria difícilmente se tiene el número de alumnos necesarios para abrir un grupo, resultando con esto que los alumnos aceptados en la segunda convocatoria representen un porcentaje muy importante de la matrícula; dentro de estos últimos se puede detectar que algunos no presentaron examen en la primera convocatoria y lo hacen por primera vez en la segunda; habrá también quienes presentaron examen en la primera convocatoria para otra licenciatura, ya sea en la misma UAEM o en otra institución y no fueron aceptados, etc. Esto puede dar respuesta al por qué los índices de abandono y reprobación resultan elevados en los aspirantes que son aceptados en la segunda convocatoria y también advertir por qué entre estos alumnos hay quienes son muy destacados en los estudios. Se considera conveniente una entrevista con los aspirantes para conocer sus expectativas y darles a conocer más detalladamente lo que van a recibir en su formación.

Por otro lado, los mismos resultados muestran que los indicadores como el índice de abandono y el de reprobación impactan negativamente en la eficiencia terminal y el índice de titulación.

Otra medida para apoyar a los estudiantes que ingresaron en la segunda convocatoria es que los tutores fortalezcan el trabajo particularmente con ellos, reduciendo con esto las posibilidades de abandono y reprobación.

Los resultados muestran que las mujeres están en mayor riesgo que los hombres de abandonar los estudios de licenciatura. En esta investigación todavía se desconocen las causas que provocan un mayor abandono proporcionalmente en hombres que en mujeres, la diferencia entre ambos sexos se debe seguramente a múltiples factores que vale la pena indagar para futuros estudios. Asimismo, resulta interesante investigar sobre las causas de la diferencia en los índices de reprobación.

Referencias bibliográficas

- ANUIES (2015). Cobertura y calidad, grandes retos de la educación superior
- Buendía Espinosa, Ma. Angélica, & Rivera del Río, Roberto. (2010). Modelo de selección para el ingreso a la educación superior: el caso de la UACH. *Revista de la educación superior*, 39(156), 55-72. Recuperado en 10 de octubre de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602010000400004&Ing=es&tIing=es.
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Plan General de Desarrollo 2009 -2021 Universidad Autónoma del Estado de México. M. en C. Eduardo Gazca Pliego Rector
[Plan General de Desarrollo 2009-2021 \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Plan Rector de Desarrollo Institucional 2017-2021 Universidad Autónoma del Estado de México Dr. en Ed. Alfredo Barrera Baca Rector
[PRDI 2017 - 2021 \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Agenda Estadística 2019.
[Agenda Estadística 2019 \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Agenda Estadística 2020.
[Universidad Autónoma del Estado de México - Universidad Autónoma del Estado de México \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Agenda Estadística 2021.
[Agenda Estadística 2021 \(uaemex.mx\)](#)

Notas Biográficas

Narciso Campero Garnica (México, D. F.) Doctor en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Ciencias Jurídicas y Criminológicas (CESCIJUC), Maestro en Enseñanza Superior por la UNAM e Ingeniero Químico por la misma Institución. Profesor de Educación Primaria por la Benemérita Escuela Nacional de Maestros. Ex director del Centro Universitario UAEM Amecameca. Ex Coordinador del Programa Tutorial del mismo Centro. Ex Coordinador de la Licenciatura en Nutrición en el mismo espacio y actualmente se desempeña como Profesor de Tiempo Completo del C. U. UAEM Amecameca.

Miguel Ángel Sánchez Ramos (Amecameca, Estado de México). Doctor en Ciencias Políticas y Sociales por el Centro de Investigación en Docencias y Humanidades del Estado de Morelos (CIDHEM). Maestro en Gobierno y Asuntos Públicos por la UNAM y Licenciado en Ciencias Políticas y Administración Pública por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). Actualmente se desempeña como encargado del despacho de la dirección del Centro Universitario UAEM Amecameca.

Sergio Hilario Díaz (Ejutla de Crespo, Oaxaca). Doctor en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE). Es Maestro en Administración de Organizaciones por la UNAM e Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la Universidad Autónoma del Estado de México. Actualmente se desempeña como Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM. Responsable del Programa de Fomento a la Lectura en la misma Facultad.

Guadalupe Melchor Díaz (Chalco, Estado de México). Doctora en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE). Es Maestra en Administración de Organizaciones por la UNAM y Licenciada en Relaciones Internacionales por la misma Institución. Actualmente se desempeña como Profesora de Tiempo Completo de la Licenciatura en Nutrición en el Centro Universitario UAEM Amecameca. Responsable del Programa de Fomento a la Lectura del mismo Centro.

Monitoreo y Control de Aires Acondicionados para una IES del Estado de Tabasco

M.I. Eugenio Josué Campos Donato¹, Dr. Ezequiel Notario Priego²,
Ing. Roberto Montaña Moran³, Ing. Alberto Chablé Rodríguez⁴ y Jessica del Carmen Díaz Juárez⁵.

Resumen— La utilización de los equipos de aires acondicionados representa un gran consumo energético el cual impacta en el cambio climático, uno de los objetivos de la institución de educación superior, es precisamente atender con conciencia y responsabilidad el uso eficiente de la energía, actualmente en el estado de tabasco no existe un sistema que pueda llevar el registro del tiempo en que están en uso los equipos.

Palabras clave— Monitoreo Energético, Control, Aires Acondicionados, IES. Energía Eléctrica, Uso racional de Energía,

Introducción

En los climas cálidos como es el caso de la ciudad de Villahermosa, se utilizan los sistemas de climatización orientado a el enfriamiento o ventilación, debido al clima y la ubicación geográfica de esta ciudad (Cama-Pinto et al., 2016). Los sistemas de aire acondicionado (Miranda, 2005) tienen como objetivo general mantener ciertas condiciones climáticas en un recinto, entre las cuales podemos resaltar la temperatura, la humedad y la calidad del aire, con la finalidad de proporcionar una sensación de confort y bienestar a sus ocupantes.

Las instituciones de educación Superior (IES), que se encuentran ubicadas en el estado de Tabasco el cual el 95.5% de la superficie presenta clima cálido húmedo, el restante 4.5% es clima cálido subhúmedo hacia la parte este del estado. La temperatura media anual en la entidad es de 27°C, la temperatura máxima promedio es de 36°C con una sensación térmica de 41°C, por lo que se vuelve necesario utilizar equipos de aires acondicionados para el confort de los estudiantes y personal trabajador de las IES, que si bien el ser humano es capaz de adaptarse a cualquier entorno de una manera rápida e idónea hay ciertos factores que pueden afectar su estado de ánimo, bienestar y salud, como por ejemplo las deficiencias ambientales asociadas, cambios repentinos de temperatura por épocas del año, enfermedades de tipo broco respiratorias, COVID 19, entre otras, sin embargo la utilización de los equipos de aires acondicionados representa un gran consumo energético el cual impacta en el cambio climático, uno de los objetivos del Tecnológico Nacional de México es precisamente atender con conciencia y responsabilidad el uso eficiente de la energía, actualmente en el estado de tabasco no existe un sistema que pueda llevar el registro del tiempo en que están en uso los equipos, su monitoreo y el control de forma remota por lo que tiene potencial para implementar dicho sistema en cada una de las IES.

Descripción del Método

En la figura 1 se muestra la metodología utilizada para realizar el proyecto, comenzando con caracterización de la zona de estudio, donde se realizará un reconocimiento de las áreas de trabajo para identificar las condiciones en las cuales se encuentran los equipos de aire acondicionado, para determinar la operación y funcionamiento de estos, al mismo tiempo se realizará una actualización del inventario, en caso de encontrar algún equipo en mal estado o que requiera un mantenimiento preventivo se solicita a una empresa externa que del mantenimiento correspondiente, después de la caracterización se prosigue a consultar con distintos proveedores informante que ayude a la identificación de las tecnologías actuales para el monitoreo y control de sistemas de aires acondicionados, hacer una tabla comparativa donde se observe las características, ventajas y desventajas y costos de cada una de ellas, Luego se llevara un análisis para la lógica de control, diseño de arquitectura del sistema, desarrollo del sistema e implementación

¹ El M.I. Eugenio Josué Campos Donato es Subdirector de los Servicios Administrativos en el Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa, en Villahermosa, Tabasco, México, eugenio.cd@villahermosa.tecnm.mx (autor corresponsal)

² El Dr. Ezequiel Notario Priego es Profesor de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa, en Villahermosa, Tabasco, México ezequiel.np@villahermosa.tecnm.mx

³ El Ing. Roberto Montaña Moran es Profesor de la Carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, en Villahermosa, Tabasco, México. roberto.mm@villahermosa.tecnm.mx

⁴ El Ing. Alberto Chablé Rodríguez, es Profesor de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México, en Villahermosa, Tabasco, México. albertochableg@villahermosa.tecnm.mx

⁵ Jessica del Carmen Díaz Juárez es Egresada de la Carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, en Villahermosa, Tabasco, México. 118300549@villahermosa.tecnm.mx

del sistema para la interacción con los equipos de aires acondicionados por último Se realizan las Pruebas de funcionalidad del sistema, se evalúan los resultados obtenidos y se hacen las sugerencias de mejora.

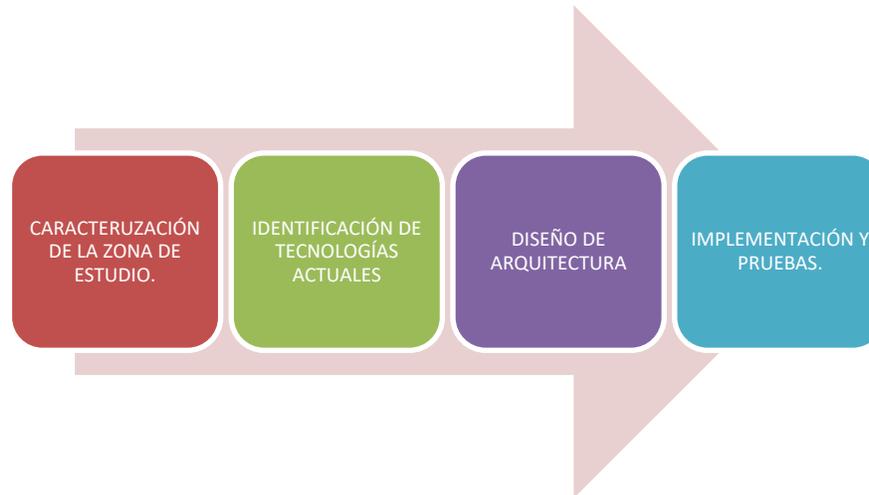


Figura 1. Diagrama representativo de la metodología aplicada.

Resultados

Se selecciono al Tecnológico Nacional de México campus Villahermosa para llevar a cabo la investigación, se detectó que en la institución de educación superior existen equipos obsoletos con más de 10 años de servicio, reduciendo su eficiencia y teniendo que esperar tiempos mayores para lograr alcanzar la temperatura deseada dentro de un aula de clases, por lo que en algunos salones las temperaturas son muy bajas mientras que en otros son apenas lo suficiente, así mismo los equipos son de diferentes marcas y no cuentan con los controles remotos para una correcta configuración, no se cuenta con un registro de uso y por lo tanto no se puede conocer el consumo energético de cada uno de los equipos, en este proyecto se llevó a cabo los cálculos por salón para determinar si los equipos son los adecuados para mantener una temperatura de 25°C, se toman en cuenta los factores de la irradiación solar, el calor expedido por persona, el área a enfriar, los equipos electrónicos que emiten calor.

Se encontró que en algunos salones la sobrepoblación de estudiantes evita que los equipos de aire acondicionado lleguen a su temperatura programada haciendo que se sobrecalienten los contactores y exista un riesgo para los compresores, Los mantenimientos preventivos a los equipos son aplicados cada 6 meses, y en caso de presentar fallas se procede a realizar mantenimientos correctivos.

La primera actividad fue verificar que todos los equipos de aire acondicionados recibieran su mantenimiento preventivo, después se llevó el reemplazo de tarjetas de control tipo universal como se muestra en la figura 2, para cada uno de los climas que no tenían control remoto.



Figura 2. Tarjeta de control para aire acondicionado tipo Universal.

Se entregan los controles remotos al área de la subdirección de los servicios administrativos y al departamento de mantenimiento de equipos, después de hacer un análisis de las diferentes tecnologías que hay en el mercado, el instituto cuenta con un servicio de 450 Megas de velocidad suficientes para utilizar tecnologías que permitan la interacción mediante Wifi, por lo que se procede a seleccionar un control infrarrojo universal compatible con WIFI, para que más adelante con apoyo del área de sistemas se lleve a cabo con un raspberry la creación de un sistema que permita monitorear y controlar a los aires acondicionados (temperatura, suciedad en filtros, uso por día, consumo energético) desde un centro de mando dividido en tres puntos el primero ubicado en el área de vigilancia, el segundo en el departamento de mantenimiento de equipos y el tercero en la subdirección de los servicios administrativos, en la figura 3, 4 y 5 se muestra una propuesta de como se desea tener el sistema por unidad de aire acondicionado



Figura 3. Sistema que permite identificar si el aire acondicionado se encuentra encendido / apagado, y la temperatura actual en que se encuentra la habitación.



Figura 4. Sistema que permite identificar el consumo de energía y el horario en que estuvo funcionando el equipo.



Figura 5. Sistema que permite identificar el porcentaje de efectividad del filtro, en donde 100% significa que el filtro esta en las mejores condiciones y 0% que el filtro debe ser reemplazado.

Por ahora solo se cuenta con el control de tipo manual y con las aplicaciones genéricas como smartlife que permiten el control de los aires acondicionados por WIFI, permitiendo enlazar a los asistentes por voz como lo son Google Home y Amazon Alexa como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Control Remoto infrarrojo Inteligente WIFI

Discusión y conclusiones

Actualmente existen tecnologías que ya incluyen los sensores para llevar un buen control y monitoreo de los aires acondicionados en los puntos claves como son la determinación de la suciedad en los filtros, el consumo eléctrico, el estado del compresor, el encendido y apagado programado de manera automática, sin embargo, al ser instituciones educativas y con las políticas actuales de México que no permiten actualizar las tecnologías ya que van en contra de la austeridad republicana, esto se convierte en una paradoja ya que por un lado se busca el cuidado del recurso económico pero al mismo tiempo al utilizar equipos que son ineficientes estos generan un alto consumo energético y por lo tanto un mayor calentamiento global, por eso se dice muchas veces que lo barato sale caro y también nos enfrentamos a que las universidades gubernamentales rara vez reciben algún tipo de apoyo para el fortalecimiento de su infraestructura y cuando la reciben no permiten que la institución sea la encargada de cotizar y seleccionar su tecnología si no que la meten a concurso y luego los proveedores inflan los precios y no surten los equipos que prometieron causando muchas veces tener en las instituciones equipos obsoletos y de mala calidad, se tiene proyectado darle continuidad al proyecto realizando una Campaña de concientización con apoyo de las TICS para el uso racional de energía eléctrica en una IES

Referencias

- [1] González, C., Pérez, R., Vásquez Stanescu, C., & Araujo, G. (2014). Eficiencia Energética: Uso racional de la energía eléctrica en el sector administrativo. Consumo eficiente.
- [2] Soraire, I. A. (1999). Ley-Energías renovables-Uso racional de la energía. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente.
- [3] Brugnoli, M. S. (2004). El uso racional de la energía y la crisis energética. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente.
- [4] Vidal-Silva, C., Lineros, M. I., Uribe, G. E., & Olmos, C. J. (2019). Electrónica para Todos con el Uso de Arduino: Experiencias Positivas en la Implementación de Soluciones Hardware-Software. Información tecnológica, 30(6), 377-386.
- [5] Gokhale, P., Bhat, O. y Bhat, S. (2018). Introducción a la IO. Revista internacional de investigación avanzada en ciencia, ingeniería y tecnología , 5 (1), 41-44.
- [6] Aragonés, J. B., Gómez, C. G., Zaragoza, B. Z., Martínez, A. G., Campos, D. M., & Llinares, A. G. (2003). Sensores de temperatura. Recuperado el, 3, 2003-04.
- [7] Laclaustra, I. M., Alonso, J. M., Barrio, A. A. D., & Botella, G. (2016). Sistema domótico distribuido para controlar el riego y el aire acondicionado en el hogar.
- [8] Bassil Orozco, C. J. (2016). Desarrollar e implementar una arquitectura de red basada en IoT, que permita la recopilación de información a través de sensores de temperatura.
- [9] Charris, L. D. D. TÉCNICAS DE CONTROL CLÁSICO CON TEMPERATURA EXTERNA EN SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO TIPO MINI-SPLIT.
- [10] Calderón Urrutia, JW (2014). Diseño y construcción de un administrador electrónico inteligente monitoreado vía internet para evaluar el uso eficiente y económico de una unidad de aire acondicionado (Tesis doctoral).
- [11] Vaughn, J. (2012). Informática práctica con Arduino. Revista de Ciencias de la Computación en las Universidades , 27 (6), 105-106.
- [12] Martínez, D. H. J., Matamoros, K. L. V., Aguirre, R. C., Huerta, M. E. M., & López, A. T. FACTIBILIDAD DE CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE DOMÓTICA ENFOCADA AL AHORRO ENERGÉTICO EN TLAXCALA, MÉXICO.
- [13] Quintero, L. F. H. (2005). Viviendas inteligentes (domótica). Ingeniería e investigación, 25(2), 47-53.
- [14] Samuel, S. M., Antonio, O. F. M., & Gabriel, R. O. J. Desarrollo de Aplicación Domótica con Comunicación Inalámbrica Bluetooth.
- [15] Sánchez, A. V. A. R., & Valenzuela, B. L. E. Z. Aplicación de Domótica utilizando tecnologías inalámbricas y Arduino como base para el IoT. Investigación Desarrollo e Innovación en las Tecnologías de la Información y Comunicación, 69.

Instrumentos Didácticos Online para la Enseñanza-Aprendizaje

Mtra. Alejandra Campos Villatoro¹, Mtra. Alejandra González-Pérez², Dra. Julia I. Rodríguez-Morales³, Dr. Gildardo Palma Lara⁴, Mtra. Sandra Ortiz González⁵, Mtra. Liliana Pérez Espinosa⁶, Dr. José Luis Macías Ponce⁷, Pamela Jannet Santos López⁸, Paola Alejandra López López⁹ y Gabriel Omar Huerta Silva¹⁰

Resumen—El trabajo que se presenta está elaborado sobre la temática del uso de instrumentos didácticos on-line en la enseñanza-aprendizaje implementados en materias en diversas áreas de conocimiento a nivel superior, esto debido a los cambios que se generaron durante la pandemia (covid-19) por la necesidad de adaptar los nuevos recursos de enseñanza y materiales virtuales, así como el uso de plataformas en línea como propuestas educativas y la construcción de contenido virtual mediante el empleo de las TIC's (Tecnologías de la Información y Comunicación) esto con el propósito de brindar educación de calidad a los estudiantes universitarios para desarrollar su aprendizaje, motivar la participación y la colaboración docente-alumno. En esta investigación abordaremos los problemas encontrados en el uso y aplicación de los instrumentos digitales en línea, así como la conectividad maestro-alumno, la comunicación asertiva, el uso correcto de las TIC's en el aula virtual, con el objetivo de lograr que los alumnos adquieran conocimientos y desarrollen habilidades tecnológicas que permitan la optimización del tiempo y la capacidad de autocritica para afrontar nuevos retos. La metodología empleada en esta investigación es descriptiva aplicada la cual nos permitirá sistematizar la información para aportar nuevos enfoques en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave— Instrumentos didácticos on-line, Enseñanza-aprendizaje, Tecnologías, Educación, Investigación.

Introducción

Los avances tecnológicos que están evidenciados a lo largo de la historia desde la invención de la rueda hasta la máquina de vapor a mediados del siglo XVIII y el nacimiento de la computadora y el internet han logrado que las generaciones hayan presenciado grandes transformaciones en la forma de pensar, crear, innovar y comunicar todo aquello que la humanidad pueda aprender de una forma más fácil y en menor tiempo.

Actualmente con el uso óptimo de la conectividad a internet, la tecnología digital y las TIC's (Tecnologías de la Información y la Comunicación) podemos acceder y aprovechar dichas herramientas en muchos aspectos sociales tanto públicos como privados. En lo que respecta a la educación se han mejorado los procesos enseñanza aprendizaje tanto de forma presencial como virtual. El objetivo del presente trabajo es abordar la formación a distancia, esta ha tenido mayor impacto en los últimos 2 años como consecuencia de la pandemia COVID 19, tiempo en el cual surgió la necesidad de adaptarnos a nuevas tecnologías, en donde el estudiante dejó de ser un simple espectador y se convirtió en protagonista de su propio aprendizaje y el docente además de impartir los temas fungió como asesor, guía, orientador, facilitador de recursos y herramientas de aprendizaje además de crear material virtual teórico-creativo, adaptándose a las características de sus estudiantes y a las potencialidades de la tecnología disponible para apoyar su práctica educativa, y además compartirla con sus estudiantes para hacerlos autónomos en la gestión de la información y en la construcción del conocimiento (Navales, Omaña y Perazzo, 2003, citados en Angulo, 2015

¹ La Mtra. Alejandra Campos Villatoro es Profesora Investigadora del Colegio de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Puebla, México; correo electrónico: alejandra.campos@correo.buap.mx (**autor correspondiente**)

² La Mtra. Alejandra González Pérez es Profesora Investigadora del Colegio de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, correo electrónico: alexia.gonzalez@correo.buap.mx

³ La Dra. Julia Isabel Rodríguez Morales es Profesora Investigadora del Colegio de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, correo electrónico: julia.rodriguez@correo.buap.mx

⁴ El Dr. Gildardo Palma Lara es Profesor Investigador de la Facultad de Lenguas y la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, correo electrónico: gildardo.palma@correo.buap.mx

⁵ La Mtra. Sandra Ortiz González es Profesor Investigador de la Facultad de Medicina y Zootecnia y la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, correo electrónico: sandra.ortiz@correo.buap.mx

⁶ La Mtra. Liliana Pérez Espinosa es Profesora Investigador perteneciente a la Preparatoria 2 de Octubre de 1968 de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, correo electrónico: liliana.perez@correo.buap.mx

⁷ El Dr. José Luis Macías Ponce es Profesor Investigador del Colegio de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, correo electrónico: joseluis.macias@correo.buap.mx

⁸ La alumna Pamela Jannet Santos López es estudiante del Colegio de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México; correo electrónico: pamela.santosl@alumno.buap.mx

⁹ La alumna Paola Alejandra López López es estudiante del Colegio de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México; correo electrónico: paola.lopezlop@alumno.buap.mx

¹⁰ El alumno Gabriel Omar Huerta Silva es estudiante del Colegio de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México; correo electrónico: gabriel.huertasil@alumno.buap.mx

Durante estos dos años a la fecha el uso de instrumentos didácticos en línea aplicados en la enseñanza a nivel superior han sido prioridad para crear estrategias y fomentar el aprendizaje autónomo de los alumnos y el desarrollo de competencias como la solución de problemas, trabajo en equipo, emprendimiento y demás habilidades blandas requeridas para el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de generar motivación en el estudiante, desarrollando su capacidad lectora, de análisis crítico y su creatividad, todo esto gracias al acceso ilimitado de información (Suarez Suarez, Custodio Nasar, 2014) .

Descripción del Método

Este trabajo de investigación que se presenta, está desarrollado de manera documental cualitativa - no experimental descriptiva. La investigación se realizó a través de la compilación, clasificación, análisis, interpretación y la presentación de la información obtenida de varias fuentes. El nivel del trabajo es exploratorio, ya que para su planteamiento se consideró primero establecer una problemática detectada en la interacción docente - alumno y sus correspondientes implicaciones. Esto fue de utilidad para analizar la información con que se describió el panorama actual que se recibe sobre los “Instrumentos Didácticos on-line para la Enseñanza-Aprendizaje”. El trabajo se presenta en cuatro secciones, iniciando con: “Introducción”, después el “Desarrollo”, posteriormente se presentan: “Comentarios finales”, cerrando con las “Referencias”.

Desarrollo

En la actualidad los docentes se encuentran frente a retos para la incorporación de las tecnologías, desde la necesidad de reconocer los cambios en modalidades de aprendizaje, en la dinámica de interacción y la filosofía de trabajo en red; las TIC's se han adaptado para la interacción de los contenidos didácticos/pedagógicos con los estudiantes. La pandemia inició con el cambio de paradigma sobre el uso de las TIC's como elementos fundamentales en la conectividad y continuidad de la construcción de saberes pedagógicos, sociales, los cuales se vieron reacomodados y situados en escenarios de educación remota y a distancia. De acuerdo a datos de la ANUIES (2020) más de la mitad de los profesores universitarios sólo conocían Google Classroom y Meet como herramientas de videoconferencias. La conectividad se redefinió como el espacio virtual de entendimiento entre maestros y alumnos para generar aprendizaje. Microsoft Teams inició sus seminarios de capacitación para fusionar las cuentas de correo electrónico institucionales con sus aplicaciones, en particular MS Teams y su suite de aplicaciones como el block de notas o OneNote, Los archivos compartidos de clase y la creación de tareas alojadas en esta plataforma

Lo anterior tiene que ver con nuevas prácticas de enseñanza y aprendizaje, lo que modifica el papel del docente tradicional como única fuente de información, esto permite que el docente se convierta en un docente digital para que guíe el aprendizaje del estudiante por medio de diversas estrategias; de esta manera el estudiante ya no permanece estático o inmóvil en el aula, sino que se convierte en un estudiante digital que tiene la plena libertad de decidir cuándo, cómo y en dónde estudiar.

La Unesco (2015) considera que los recursos tienen un potencial relevante en las instituciones educativas, las cuales deben:

- Apoyar al cuerpo docente en el diseño de espacios idóneos de enseñanza y aprendizaje para los estudiantes, y brindar oportunidades que propicien el desarrollo profesional docente.
- Identificar, desarrollar y usar recursos de aprendizaje creados en otros lugares.
- Fomentar la participación y estimular la discusión, la creatividad, las aplicaciones prácticas y las actividades de investigación entre los estudiantes.
- Desarrollar estrategias institucionales de integración de los recursos educativos.
- Proporcionar incentivos para apoyar la inversión en el desarrollo, la adquisición y la adaptación de material de aprendizaje de alta calidad en los recursos educativos.
- Reconocer el importante papel de los recursos educativos dentro de los procesos internos de garantía de calidad.
- Proporcionar mayor capacitación con el fin de desarrollar toda la gama de competencias necesarias para procurar un uso más eficaz de los recursos educativos.
- Asegurar el acceso a las TIC al personal y a los estudiantes.
- Desarrollar políticas institucionales y prácticas con el fin de almacenar y acceder a los recursos educativos

La transformación digital abrió un nuevo capítulo en la educación digital global. Los Learning Management Systems de las principales editoriales que ya trabajaban libros virtuales mejoraron sus recursos didácticos. La constante transformación hacia la optimización y actualización de las plataformas que hoy en día, aun cuando ya casi todos hayan regresado a la presencialidad siguen siendo vigentes en su carácter de tecnología educativa para la vida (ANUIES, 2020). Sánchez Olvera (2013) menciona que la utilización de las TIC's facilita desarrollar en los

estudiantes diversas destrezas relacionadas con un aprendizaje autónomo y significativo, trabajar de forma colaborativa, utilizar diversos recursos tecnológicos y compartir los resultados obtenidos en las redes, un medio muy cercano a su realidad fuera de las aulas. Estas tecnologías permiten a los docentes y a los estudiantes nuevas y variadas posibilidades que permiten mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Con la llegada de la pandemia por la COVID -19, los docentes además de planificar su clase y considerar el uso de herramientas digitales para impartirlas, tuvieron que motivar al alumno a ser consciente de la importancia de su autoaprendizaje, esto con la finalidad de que las actividades asincrónicas pudieran cumplir el objetivo para el que fueron diseñadas. En este contexto y desde el punto de vista de ejercer la comunicación asertiva en cada uno de los involucrados en la relación docente-alumno, se encontró que el área de oportunidad radica en potenciar su competencia. Es decir, cada ser humano debe darse la posibilidad de activar internamente los recursos que tiene para resolver las diferentes situaciones e interacciones que se le presenten aplicando los elementos de una comunicación asertiva: ser íntegra, directa, honesta y expresiva (Arellano, J., 2021), (Silva, A. K. L., et al., 2020).

La comunicación como parte fundamental de las relaciones humanas, se vuelve un factor muy importante a considerar en la interacción a través de medios digitales que actualmente los docentes tenemos con nuestros alumnos. Al haberse acelerado el uso de medios digitales para establecer el proceso de enseñanza - aprendizaje, se volvió imperativo no sólo que los docentes cambiáramos los medios tradicionales para dar clase; también la forma de interactuar con nuestros alumnos evolucionó. La relación docente - alumno sufrió una variación importante, donde el primero con mucha creatividad y a un ritmo acelerado tuvo que establecer una nueva forma de comunicarse asertivamente. Para ampliar este concepto Silva, Barrientos-Monsalve & Díaz (2020, p. 149) establecen que el ser asertivo se entiende como “la habilidad y aptitud comunicativa, en función a la capacidad se puede resolver situaciones y conflictos de una forma acertada, manifestar sentimientos, pensamientos y emociones sin perturbar o atropellar los derechos del otro, teniendo en cuenta que la misma sitúa en una actitud de escucha para así ser escuchado”.

Álava, Vélez, Parrales & Castillo (2022) plantearon “el estudio de la comunicación asertiva es un estilo de intercambio que tiene un gran impacto en las relaciones emotivas, profesionales, lo que permitirá al estudiante desempeñarse de la mejor manera. Se pretende que el estudiante cuando mire al docente muestre interés, confianza y cercanía, tenga una postura corporal abierta, aprenda a controlar gestos, voz convincente, aumentar la receptividad y el impacto, e identificar el cuánto, cómo, cuándo, y dónde se intervienen, para el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje. Aunado a esto, los docentes tuvieron que considerar el uso de nuevas herramientas digitales para poder generar esta *conexión* con sus alumnos. Cañas Betancur & Hernández Sánchez (2019, p. 147) mencionan que Villar, Quesada, Navarro y Rodríguez (2010) definieron a la comunicación asertiva como “un recurso necesario para promover el aprendizaje en estudiantes universitarios y señalan la necesidad de que el docente planifique en el aula adecuadas estrategias comunicacionales que ayuden a una conducta asertiva permanente que fortalezcan las capacidades individuales y del grupo”.

Si bien en la labor docente constantemente nos apoyamos en las TIC'S, es difícil entender por parte de la población general que el conocimiento no sea transferido a nuestros estudiantes de manera significativa. Las TIC'S han conectado muy bien con los jóvenes porque son interactivas y ellos tienen destrezas y habilidades para utilizarlas. Incluso, asegura que éstos no se imaginan el mundo sin estos aparatos (Ruiz y Tesouro, 2013), sin embargo, no siempre se contempla la brecha generacional entre alumnos y profesores, por lo que independientemente de las herramientas utilizadas en el aula virtual, si el punto focal no está relacionado al interés de nuestros alumnos, el foco de atención desaparecerá y por lo tanto el conocimiento no será transmitido.

Para dar seguimiento a la problemática de establecer una comunicación asertiva adecuada en la interacción docente-alumno en las diferentes plataformas y a través de las múltiples herramientas didácticas digitales, de manera bidireccional, se requiere aplicar actividades y dinámicas que impulsen el fortalecimiento de 12 competencias principalmente Cañas Betancur, D. C., & Hernández Sánchez, J. (2019):

1. Reconocer la forma como se comunica desde el lenguaje verbal y no verbal.
2. Expresar características tanto positivas como negativas a las personas.
3. Saber expresar emociones como un elemento fundamental de la comunicación asertiva.
4. Usar el discurso positivo para expresar hechos o situaciones negativas.
5. Incluir más palabras de tipo asertivo en el vocabulario de los participantes.
6. Identificar los derechos asertivos que se vulneran en las interacciones interpersonales.



Ilustración 1: Comunicación asertiva en medios digitales.
Fuente: Elaboración propia, basada en "Programa Educativo Comunicar"(Cañas Betancur, D. C., & Hernández Sánchez, J. , 2019).

7. Favorecer la realización de correcciones que estén llenas de palabras amorosas.
8. Reconocer la cantidad de mensajes virtuales que son poco asertivos o vulneran los derechos asertivos de hombres y mujeres.
9. Ejercitar de manera consciente el ser asertivo.
10. Saber cómo ser asertivo al hacer peticiones.
11. Realizar la práctica cotidiana del ser asertivo a través del fortalecimiento de la humildad y el amor.
12. Ejercitar de manera consciente la asertividad en las relaciones interpersonales.

El proceso de la utilización de estas herramientas apropiadas, es de fácil manejo, preferentemente online (no requieren la instalación de ningún programa en nuestro ordenador), gratuitas, y con la ayuda del maestro, que, en este caso, actúa como guía de todo el proceso de formación. Hay herramientas cada vez más fáciles de utilizar por los estudiantes, pero del docente depende capacitar al alumnado para seleccionar las aplicaciones idóneas para crear su propio aprendizaje. La implementación de la utilización de las TIC's en el proceso de enseñanza-aprendizaje busca, ante todo, que el futuro docente sea capaz de generar sus propios materiales basados en modelos pedagógicos específicos y sea capaz de enfrentarse a nuevas situaciones y nuevos escenarios de aprendizaje para resolver con éxito su futura práctica docente. Finalmente, se puede comentar que la mejora en los resultados de aprendizaje y en la motivación de los estudiantes es debido a un tipo de enseñanza más interactiva y un aprendizaje más significativo, las TIC's ayudan a diseñar actividades didácticas que contribuyeron a implicar a los estudiantes al desarrollo cognitivo (Real Torres, 2019).

Comentarios Finales

Los materiales didácticos on line son guías de contenidos digitales, los cuales posibilitan el aprendizaje y se convierten a su vez en transmisores del conocimiento. Los materiales didácticos son aquellos que reúnen medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje y suelen utilizarse dentro del ambiente educativo para facilitar la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes y destrezas (Torres Chávez y García Martínez (2019).

De acuerdo con Sierra, Romero y Palmezano (2017), es necesario que las instituciones educativas den a conocer las dificultades que presentan en la implementación por parte de los docentes en cuanto al uso y manejo de las herramientas tecnológicas, ya que cada TIC puede llegar a ser útil en el ámbito educativo siempre que esta se aplique con la metodología adecuada en los diversos escenarios formativos.

Una de las aplicaciones más usadas, durante la pandemia, por parte de MS Teams fue el uso de OneNote como libreta digital, la cual permite anotar, editar y convertir PDF a otros documentos en línea, trabajar con organizadores gráficos, on y off line, capturar imágenes con otros dispositivos diferentes al ordenador y compartirlos en línea. Se adapta muy bien al material audio visual y le permite al alumno grabar todos sus contenidos en la nube de OneDrive. Dicho esto, Google classroom no se queda atrás, con el uso de la aplicación de Jamboard como pizarra digital, classroom como un sistema de gestión de tareas y contenidos y la capacidad de editar documentos en línea y en tiempo real. Tanto OneNote como classroom permiten la creación de podcasts de profesores y alumnos sobre temas variados, video tutoriales, clases grabadas, pizarra interactiva, vinculación con otros Learning Management Systems.

Conclusiones

De manera general, al utilizar Instrumentos Didácticos on-line para la Enseñanza-Aprendizaje permitirán fortalecer el proceso enseñanza- aprendizaje; no obstante, se tiene que considerar que su uso es sólo un apoyo para los profesores. Se puede comentar que la tecnología por sí misma no aporta todo lo que el estudiante requiere desarrollar para su aprendizaje, el trabajo que los profesores llevan a cabo en el proceso de enseñanza es esencial para inducir y conducir un proceso complejo y el ejercicio del análisis crítico de la información.

El diseño y organización de los materiales didácticos del siglo XXI, exige incorporar los nuevos aportes digitales a los diversos escenarios de la vida (Gallardo, Marino, Vega, 2021), por lo que los materiales que los profesores integren con los estudiantes, deben ser modificados constantemente tomando en cuenta diversos factores como: los requerimientos que el ámbito académico, el entorno del área de empleo, así como las necesidades de la sociedad. Algunos ejemplos a considerar son:

- NETS (National Educational Technology Standards).
- Estándares UNESCO de Competencias en TIC para Docentes (ECD-TIC).
- El proyecto ECD-TIC (Cacheiro, 2011).

Referencias

- Angulo Marcial, N. (2015). Aplicación de las TIC en educación: la curaduría de contenidos. En I. P. Nacional, Infoesfera (pág. 139). México, D. F.: Colección PAIDEIA SIGLO XXI. Recuperado el Febrero de 2023, de <https://www.ipn.mx/assets/files/innovacion/docs/libros/Infoesfera/aplicaciones-de-las-tic.pdf>
- Álava, Á. F. B., Vélez, C. R. C., Parrales, T. M. M., & Castillo, M. Á. P. (2022). La comunicación asertiva y su aporte en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(4), 37.
- Alvarez Santizo, M. (Marzo de 2021). Recursos y materiales didácticos digitales. Recuperado el 2023 de Febrero de 13, de Universidad de San Carlos de Guatemala: <https://diged.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2021/03/Diplomado-actualizacio%CC%81n-docente-marzo-2021-.pdf>
- Arellano, J. (2021). El Aula Virtual como Estrategia Didáctica en un Mundo Transformado por el Covid-19. *Revista RedCA*, [S.l.], v. 3, n. 9, p. 41-60, feb. 2021. ISSN 2594-2824. Disponible en: <<https://revistaredca.uaemex.mx/article/view/15823>>. Fecha de acceso: 14 feb. 2023 doi: <https://doi.org/10.36677/redca.v3i9.15823>.
- Cacheiro, M.L. (2011). recursos educativos TIC de información, colaboración y aprendizaje. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*. 39, 69-81. Recuperado de: <https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/article/view/61451>
- Cañas Betancur, D. C., & Hernández Sánchez, J. (2019). Comunicación asertiva en profesores: diagnóstico y propuesta educativa. *Praxis & Saber*, 10(24),143-165.[fecha de Consulta 14 de Febrero de 2023]. ISSN: 2216-0159. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477266187007>
- Gallardo, I. M., Marino, R., Vega, A. (2021). Creación de materiales didácticos digitales y uso de tecnologías por parte de los docentes de Primaria. Un estudio de casos. *Revista Ibero-americana de Educación*. 85(1), 39-60. Recuperado de: <https://portalciencia.ull.es/documentos/6014ba9c5ef7446c030684c2>
- Hernández Jaime, J., Jiménez Galán, Y. I., & Rodríguez Flores, E.. (2020). Más allá de los procesos de enseñanza-aprendizaje tradicionales: construcción de un recurso didáctico digital. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20), e020. Epub 18 de noviembre de 2020. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.622>
- Real Torres, C. (2019). Materiales Didácticos Digitales: un recurso innovador en la docencia del siglo XXI. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 8(2), 12-27. Recuperado de: <https://dialnet-MaterialesDidacticosDigitales-7001107.pdf>
- Ruiz, R., Tesouro, M. (2013). Beneficios e inconvenientes de las nuevas tecnologías en el aprendizaje del alumno. Propuestas formativas para alumnos, profesores y padres. *Revista Educación y Futuro Digital*. 5, 17-27. Recuperado de: https://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/118963/EYFD_72.pdf
- Sánchez Olvera, A. R. (2013) Utilización, en el aula, de materiales didácticos electrónicos: áreas de oportunidad y de desarrollo, XII Congreso Nacional de Investigación Educativa. Recuperado de: <https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v12/doc/0849.pdf>
- Sierra, J.G., Romero, B.S., Palmezano, Y. A. (2017). Causas que determinan las dificultades de la incorporación de las TIC en las aulas de clases. *Revista Panorama*. 12(22), 32 - 41. Recuperado de: <https://journal.poligran.edu.co/index.php/panorama/article/view/1064>
- Silva, A. K. L., Barrientos-Monsalve, E. J., & Díaz, M. C. C. (2020). Comunicación asertiva¿ estrategia de competitividad empresarial?. *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 8(1), 147-153.
- Suárez Suárez, N. E., y Najar, J. C. (2014). Evolución de las tecnologías de información y comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Vínculos*, 11(1), 209–220. <https://doi.org/10.14483/2322939X.8028>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (2015). Directrices para los recursos educativos abiertos (REA) en la educación superior. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002328/232855s.pdf>
- Ponce López, J.L. (Coord.). (2020). *Estado actual de las tecnologías de la información y la comunicación en las instituciones de educación superior en México: estudio 2020*. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
- Torres Chávez, T.E, & García Martínez, A. (2019). Reflexiones sobre los materiales didácticos virtuales adaptativos. *Revista Cubana de Educación Superior*, 38(3), e2. Epub 01 de diciembre de 2019. Recuperado en 10 de febrero de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142019000300002&lng=es&tlng=es.

Notas Biográficas

La **Mtra. Alejandra Campos Villatoro** es Licenciada en Administración de Empresas, cuenta con una Maestra en Ciencias de la Educación, es Profesora Investigadora de la Facultad de Ingeniería en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Cuenta con una amplia trayectoria laboral en el ámbito empresarial. Es investigadora, colaboradora del Grupo de Investigación “Innovación hacia la Transformación Digital y el Desarrollo Sustentable” de la Facultad de Ingeniería de la BUAP alejandra.campos@correo.buap.mx

La **Mtra. Alejandra González Pérez** es Licenciada en Contaduría Pública, cuenta con una Maestría en Impuestos, Profesora Investigadora de la Facultad de Ingeniería en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Pertenece al grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería de la BUAP (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla): “Innovación hacia la Transformación Digital y el Desarrollo Sustentable” de la Facultad de Ingeniería de la BUAP. Su correo electrónico: alexia.gonzalez@correo.buap.mx

La **Dra. Julia Isabel Rodríguez Morales** es Doctora en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología. Profesora Investigadora de la Facultad de Ingeniería en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Está certificada en Kanban Foundation KIKF™, Cyber Security Foundation Professional Certificate - CSFPC™, Scrum Foundation Professional Certificate, Coaching Profesional. Es Directora de Tecnologías de la Información en la Empresa Proyectos NL. Como consultora ha liderado diferentes proyectos bajo el esquema del PMI (Project Management Institute) en temas relativos a: Aseguramiento de Calidad (Quality Assurance), Administración del Conocimiento (KM: Knowledge Management), Centros de Contacto (Contact Center), Centros de Atención al Cliente (Customer Service Center), entre otros. Su correo electrónico: julia.rodriguez@correo.buap.mx

El **Dr. Gildardo Palma Lara** es Profesor Investigador perteneciente al grupo interdisciplinario: “Innovación hacia la Transformación Digital y el Desarrollo Sustentable” en la BUAP, tiene experiencia en las áreas de adquisición de L2, diseño curricular y negociación de significado, ha publicado artículos para revistas como Sage Open, Lenguas En Contexto y en ANUIES, todas indexadas, cuenta con maestría en la enseñanza del inglés y doctorado en educación. Actualmente es experto revisor de los proyectos de investigación de la UNACH. Su correo electrónico: gildardo.palma@correo.buap.mx

La **Mtra. Sandra Ortíz González** es licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia, cuenta con maestría en Medicina Veterinaria y Producción Animal. Del 2009 a la fecha es profesor investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-BUAP. Actualmente Es investigadora, colaboradora del Grupo de Investigación “Innovación hacia la Transformación Digital y el Desarrollo Sustentable”. Correo electrónico: sandra.ortiz@correo.buap.mx

La **Mtra. Liliana Pérez Espinosa** es Profesora Investigador pertenece al grupo interdisciplinario: Innovación hacia la transformación digital y el desarrollo sustentable en la BUAP, licenciada en Biología, con maestría en Educación y docencia. Profesora de Nivel Medio Superior. Su correo electrónico es: liliana.perez@correo.buap.mx

El **Dr. José Luis Macías Ponce** es Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, su formación es Doctorado en Educación y Maestría en Valuación. Cuenta con más de 30 años de experiencia profesional en el ámbito empresarial y de educación. Su correo electrónico: joseluis.macias@correo.buap.mx

Implementación de la Metodología Cadena de Suministro-PDCA para la Optimización de Operaciones en Almacén IyR

M.I.I. María de los Ángeles Camargo Chimal¹, Ing. Gustavo Sánchez Ramírez²,
M.C. Leticia Ramírez Ramírez³

Resumen—El presente estudio se realizó en una empresa dedicada a la transformación de materia prima en productos terminados derivados del acero en sus diversos grados. Los traslados que se realizaban para recoger los materiales del almacén generaban un desperdicio de 31 minutos improductivos, por esto se planteó el uso de la metodología Cadena de Suministro-PDCA para desarrollar un plan que una vez efectuado se analiza a fin de encontrar áreas de mejora aplicables a una nueva secuencia del ciclo, con el fin de encontrar el punto óptimo de trabajo. El plan inicial consiste en la implementación de un sistema llamado MIA (**Modulo de Inteligencia de Abastecimientos**) que les permita a los usuarios solicitar sus materiales para ser entregado mediante el proceso Milk Run, con lo cual se llevarían los materiales a un área designada disminuyendo el desperdicio en tiempos por traslados y espera.

Palabras clave—Ciclo PDCA, Milk Run, Logística, Cadena de suministros, Tiempos muertos, Almacén.

Introducción

El área de almacén en la empresa resulta ser de gran importancia para el desarrollo de las actividades diarias, ya que esta área se encarga de proveerle los materiales necesarios a toda la acería, su importancia radica en que la falta de este material puede provocar desde el retraso en las operaciones de un área en particular hasta el paro de operaciones en total.

En el día a día dentro del almacén de refacciones se presenta una acumulación de personal solicitando materiales, lo cual requirió que tuviera que salir de su área de trabajo posponiendo sus actividades durante el tiempo de traslado hacia el almacén de ida y vuelta, así como el tiempo en la fila de espera.

Debido a esto se busca la implementación de un plan estratégico que dé solución al problema o que abran el camino a la solución, se plantea el uso de la metodología Cadena de Suministro-PDCA para desarrollar un plan que contemple las estrategias necesarias para optimizar el proceso, implementar dichas estrategias para analizar su efectividad y poder actuar con las mejoras necesarias para iniciar de nuevo el ciclo en la búsqueda del proceso óptimo, lo cual beneficiaría tanto al usuario quien ya no tendría que trasladarse para recibir su material descuidando sus operaciones, como al almacén permitiéndole tener un control más preciso de los vales a atender.

De acuerdo con García Cantú (citado por Paredes y Vargas, 2018) el almacén es “una unidad de servicio en la estructura orgánica y funcional de una empresa comercial o industrial, con objetivos bien definidos de resguardo, custodia, control y abastecimiento de materiales y productos”

Mora García (citado por Torres, 2018) menciona que de acuerdo con la definición del Consejo de Gestión Logística (CLM), la logística es: el proceso de planificación, ejecución y control del flujo de mercancías y el almacenamiento eficiente, incluso económicamente beneficioso, incluido el consumo de materias primas, el proceso de producción, inventario y productos terminados desde el punto de origen para satisfacer las necesidades del cliente.

Para Pinilla (2019) reducir el tiempo de inactividad del proceso y las fluctuaciones en el tiempo requerido para completar un proceso es tan importante como mejorar la calidad de un producto o servicio. Gómez (citado por Pinilla, 2019) proporciona una definición de los tiempos muertos, siendo este el tiempo no invertido directamente en reparaciones, por ejemplo: tiempo de inactividad, tareas administrativas y tiempo de espera por falta de personal, falta de herramientas o falta de repuestos necesarios.

Garzón y Núñez (2014) establecen el círculo de Deming como una de las herramientas más importantes para lograr la mejora continua en una organización o empresa que quiera aplicar el conocimiento en los sistemas de calidad, también conocido como ciclo PDCA, que significa según las siglas en inglés (planificar, hacer, verificar y actuar). Cabe señalar que este ciclo fue desarrollado por Walter Shewart, quien fue el precursor del concepto que

¹ M.I.I. María de los Ángeles Camargo Chimal es profesora en el área de Ing. Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya angelas.camargo@itcelaya.edu.mx

² El Ing. Gustavo Sánchez Ramírez es Ingeniero Industrial egresado del Tecnológico Nacional de México en Celaya gustavo.sanchez_rmz@hotmail.com

³ La M.C. Leticia Ramírez Ramírez es profesora en el área de Ing. Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya Leticia.ramirez@itcelaya.edu.mx

conocemos hoy. Sin embargo, fueron los japoneses quienes lo dieron a conocer al mundo y lo nombraron en honor al Dr. William Edwards Deming.

De manera similar Chen y Li (citados por García y Lozano, 2020) señalan que PDCA es un ciclo continuo que comienza de a poco para examinar los posibles efectos en el proceso y se desarrolla gradualmente hasta cambios más grandes y específicos. Este enfoque tiene como objetivo cambiar la forma tradicional en que las personas realizan actividades y, con una pequeña mejora, puede aumentar la productividad general, lo que en última instancia beneficiará a la organización.

Ji (2021) define la herramienta Lean Milk Run/round como un término logístico que se usa para describir el envío de botellas de leche a largas distancias y la recolección de botellas vacías de un área, en lugar de enviar un transportista cada vez que se solicita una botella. La leche es una forma más racional de satisfacer la demanda y reducir la distancia total recorrida por el ordeñador, lo que está directamente relacionado con el costo de transporte o el costo para el ordeñador de distribuir y satisfacer las necesidades del hogar.

Descripción del Método

El almacén de refacciones de la empresa debe prestar servicio a la totalidad de la planta, debido a que todo material solicitado se despacha por su personal. Desde un bolígrafo hasta piezas maquinadas que se usan para mantenimiento en la línea de producción.

Diariamente se surten en promedio 124 vales en la ventanilla del almacén, los colaboradores deben trasladarse desde su área de trabajo hasta el almacén generando tiempos muertos entre los traslados de ida y regreso así como el de espera a ser atendidos. En promedio el tiempo muerto es de 31 minutos, mensualmente se requiere el tiempo trabajado por 10 personas, es decir que se gastan en promedio \$392,590.

Plan

Se estableció la idea de entregarles directamente a los usuarios sus materiales, lo cual implicaría un cambio cultural tanto en los usuarios como en el personal del almacén, para llegar a este punto se planteó el uso de la metodología Deming a fin de evaluar los cambios y poder reestructurar el plan buscando el modelo óptimo de trabajo.

Al iniciar del ciclo se planteó un objetivo principal: **Eliminar la fila de espera en la ventanilla del almacén de refacciones.**

Para analizar el avance del objetivo se plantearon 3 indicadores mostrados en el cuadro 1 bajo los cuales se podrá medir el avance del proyecto, el costo mensual por vales se desea reducir en un 80%.

Indicador Resultado	Julio	Meta 2022
Entrega de Vales a Domicilio	0%	100%
Tiempo ciclo por traslados y espera	31 minutos	0 minutos
Costo mensual por vales	\$392,590	\$78,518

Cuadro 1. Indicadores de resultado (inicial)

El plan consta de 3 etapas siendo la primera la implementación, la cual consta del desarrollo y la implementación de un sistema que permita agendar una cita, a fin de que el personal acuda al horario que señalo para recoger su vale ya preparado; La segunda etapa consiste en una prueba piloto de envío al área con el área que mayor material consume; La tercera etapa contempla el desarrollo de rutas milk run para entregar el material a las áreas de acuerdo con el horario que lo solicitan.

El surtimiento Milk Run consistiría en 3 actividades principales de las cuales se desprenderían las dos nuevas funciones en el almacén que requieren el personal solicitado:

- Solicitud de material: realizada por los usuarios desde sus computadoras asignando la hora y zona de entrega, además de designar a una persona encargada de recibir el material.
- Preparación del vale de consumo: actividad realizada por el "Picker", encargado de preparar los vales, acomodando el material solicitado e identificándolo con los datos del usuario que lo recibirá, en caso de no

contar con existencia de un material será el picker el encargado de indicar que material no se entregará y actualizar la existencia en el sistema.

- Entrega del vale de consumo: El “Water Spider” es el personal encargado de entregar los vales realizando la ruta Milk Run, dentro de sus funciones está el tomar una prueba fotográfica de que el material fue entregado al usuario designado como responsable de la recepción del vale en caso de cualquier reclamo o aclaración.

Hacer

Durante la primera fase se desarrollaron 4 actividades principales, la primera consistió en conocer el estado del proceso que se manejaba, generando un listado con los tiempos de traslados a todas las áreas de la empresa, con estos tiempos se determinó el tiempo ciclo promedio.

Tomando este tiempo ciclo y teniendo el historico de vales surtidos por area se determino el numero de trabajadores que requiere el almacén para eliminar los tiempos de traslado.

Siendo el resultado, 5 trabajadores como se ve en el cuadro 2, siendo que en el almacén ya se contaba con 3 personas dedicadas a la entrega de vales en ventanilla, la solicitud a recursos humanos fue solo de 2 trabajadores cuyo costo es el que se tomo como meta dentro de los indicadores de resultado.

% Participación	Área	Cantidad de Vales surtidos x día (A)	Tiempo Prom Recorrido (Min) (B)	Tiempo Preparación (Min) (C)	Tiempo Ciclo Min (D)	Hrs Hombre Diario (E)	Hrs Hombre Semana (F)	# Personas Traslados Y Espera (G)	Costo por Semana(MN) (H)	Costo por Mes (MN) (I)	Hrs Hombre Diario sin traslado (J)	Hrs Hombre Semana sin traslado (K)	# Personas Preparación (L)	Costo Semanal sin traslado (M)	Costo Mensual sin traslado (N)
56%	Mantenimiento	69	17	15	32	37	257	5	\$ 54,956	\$ 219,826	17	120	3	\$ 25,761	\$ 103,043
21%	Laminación	26	14	15	29	13	89	2	\$ 19,012	\$ 76,048	7	46	1	\$ 9,834	\$ 39,335
11%	Acería	14	15	15	30	7	48	1	\$ 10,362	\$ 41,449	3	24	1	\$ 5,181	\$ 20,724
7%	Administración	9	30	15	45	6	45	1	\$ 9,692	\$ 38,768	2	15	0	\$ 3,231	\$ 12,923
3%	Recursos Humanos	3	10	15	25	1	10	0	\$ 2,175	\$ 8,698	1	6	0	\$ 1,305	\$ 5,219
2%	Calidad	3	12	15	27	1	9	0	\$ 1,950	\$ 7,801	1	5	0	\$ 1,083	\$ 4,334
	Totales	124			31		459	10	\$ 98,148	\$ 392,590		217	5	\$ 46,395	\$ 185,578

Cuadro 2. Cálculo de trabajadores necesarios

La siguiente actividad fue solicitar al área de sistemas la generación de un módulo que permita a los usuarios agendar una cita para la atención de sus vales de consumo, se estuvo trabajando y modificando el sistema durante dos semanas a fin de encontrar errores o fallas en su programación.

Ligada a esta actividad se llevó a cabo una capacitación del personal del almacén respecto al uso del sistema y al mismo tiempo se capacitaban a los usuarios que acudían a la ventanilla.

Posteriormente se analizaron los vales generados en el sistema para conocer qué área solicitaba mayor cantidad de vales siendo la de mantenimiento cuya mayor demanda proviene del Taller Central, debido a esto se planteó realizar una prueba piloto de entregas al área de Taller Central durante el mes de agosto como se ve en la figura 1.



Figura 1. Entrega en Taller Central

Finalmente, se analizaron las zonas que mayor consumo tienen para trazar las rutas Milk Run, estableciendo las zonas de entrega que mejor se adecuen a las necesidades del usuario.

Se desarrollo el programa de entregas estableciendo horarios a cada ruta, teniendo 4 horarios la ruta roja pues corresponde a las areas que mas solicitudes hacen, las rutas azul y verde cuentan con 3 horarios, se destina una hora de comida al picker y una hora al water spider durante la cual no se harian entregas mostrado en la figura 2.

Ruta	Areas	Hr entrega de vales
	Planta de aguas 1 Taller central 1 Taller central 2 Acceso 1 Subestacion 1 Taller de guias y rodillos BGV Lubricacion Calidad Palanquilla 4	8:00 - 9:00 am 11:00 - 12:00 pm 3:00 - 4:00 pm 6:00 - 7:00 pm
	Palanquilla 0 Oficinas Horno fusion 1 Patio ch 1 Planta humos 1 Gravacero Carpa	9:00 - 10:00 am 12:00 - 1:00 pm 4:00 - 5:00 pm
	Planta humos 2 Almacen de Insumos Taller de Aceria Horno fusion 2 Central hidraulica afin 2 Patio ch 2 MCC 2 Planta aguas 2 Embarques Subestacion 2 Acceso 2	10:00 - 11:00 am 1:00 - 2:00 pm 5:00 - 6:00 pm

Figura 2. Horarios de entrega

Verificar

La siguiente actividad consistió en evaluar los resultados, así como los comentarios de los usuarios, quienes presentaron quejas debido a que sus entregas se hacían a destiempo, debido a esto los usuarios comenzaron a presentarse en la ventilla para recoger sus vales como anteriormente se estaba realizando, motivo por el cual el objetivo no se alcanzó al 100%.

Actuar

La falta del personal solicitado obligaba a sustraer personal de la recepción y acomodo de materiales de sus actividades para destinarlo a preparar vales de consumo o a preparar los vales a destiempo.

Mientras que la programación anterior del MIA representaba un reto para el acomodo de los vales respecto a su ruta, pues estos se acumulaban sin una división entre áreas, finalmente se tuvo que plantear un nuevo plan para iniciar otro ciclo PDCA.

Planear (2)

Al iniciar el nuevo plan se tuvo como objetivo eliminar las 2 principales razones de las entregas a destiempo; Referente a la programación del sistema MIA se hicieron las siguientes solicitudes al área de sistemas y análisis de datos:

- Al registrar su vale debe ser obligatorio indicar responsable de recibir el material y número de teléfono o canal de radio.
- Los usuarios no podrían elegir horarios distintos a los propuestos para entrega.
- Deberán seleccionar entre una de las rutas de entrega, haciendo esto deberán seleccionar la estación más cercana a su ubicación.
- En el menú de preparación los vales se deberán dividir entre las rutas establecidas.

Mientras que la solución planteada para resolver la falta de personal fue agregar un día laboral extra al personal destina al surtimiento Milk Run.

Hacer (2)

Para lograr el nuevo objetivo de eliminar las 2 principales razones de las entregas a destiempo se plantearon 3 actividades siendo la primera la asignación de 5tos días de trabajo (jornada normal = 4 días a la semana) a los colaboradores que desempeñaban las funciones de Picker y Water Spider, de este modo habría al menos 3 personas trabajando el mismo día, mientras que 2 se dedicaban a armar los vales la tercera persona atendía las rutas Milk Run.

La segunda actividad consistió en solicitar al área de Sistemas y análisis de datos una actualización al sistema contemplando los puntos solicitados en la fase de planear.

Verificar (2)

La tercera actividad consistió en evaluar los resultados y aprendizajes generados en este nuevo ciclo, siendo el resultado totalmente satisfactorio dado que en la segunda corrida del ciclo PDCA se logró cumplir con el objetivo propuesto en la primera corrida haciendo cumplir el objetivo de la segunda, es decir, la fila del almacén de refacciones se eliminó completamente entregando el 100% de vales.

Actuar (2)

Aun cuando el objetivo de eliminar la fila de espera se cumplió, se encontraron áreas de mejora, como la necesidad de contar con un remolque que permita cargar más vales a la ruta, ya que los usuarios comenzaron a realizar vales con más materiales.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

El nuevo proceso estandarizado se conforma de 3 actividades:

- Solicitud de pedido: Los usuarios realizan un vale de consumo desde el sistema de compras, al finalizarlo se genera un número de vale, el cual usará para solicitar la entrega de su material ingresando al MIA donde buscará su vale a través del número generado anteriormente y generará la cita para entrega.
- Preparación del pedido: El picker recibe la solicitud del usuario, al abrir el pedido se encontrará con el listado de materiales solicitados visto en la figura 3, los cuales deberá reunir y acomodar, finalmente identifica el paquete con el número de vale, nombre del usuario que recibirá y su número de contacto, mientras el wáter spider realiza la entrega el picker prepara los vales de la siguiente ruta.



Figura 3. Picker armando un vale

- Surtimiento del pedido: El water spider carga los pedidos en el vehículo de entregas y realiza su recorrido a las áreas solicitantes, proceso que se observa en la figura 4, por último al terminar la ruta regresa al almacén y carga las entregas de la siguiente ruta.



Figura 4. Usuarios recibiendo su vale

Los indicadores de resultado planteados al inicio del ciclo presentaron un avance satisfactorio al cumplir con 2 de los 3 indicadores .

Indicador Resultado	Julio	Meta 2022	Actual
Entrega de Vales a Domicilio	0%	100%	100%
Tiempo ciclo por traslados y espera	31 minutos	0 minutos	6 minutos
Costo mensual por vales	\$392,590	\$78,518	\$75,985

Cuadro 3. Indicadores de resultado (Final)

En el cuadro 3 se muestra que el indicador que no llegó al resultado es el **Tiempo ciclo por traslados y espera**, cuya meta era de 0 minutos y actualmente es de 6 minutos.

Esto representa el traslado que el personal aún debe hacer desde su área de trabajo hacia el punto de entrega “Pick Up”, pese a esto, el impacto monetario del **Costo mensual por vales** es mayor al planteado como meta.

Conclusiones

Con la implementación del sistema MIA se logró establecer las entregas de materiales a través de las rutas Milk Run lo cual elimino la fila del almacén de refacciones y mitigo los tiempos desperdiciados en traslados y espera gracias a que los usuarios solicitan sus materiales con antelación a su uso por lo cual están disponibles al momento de requerirlos.

Parte importante de la implementación del nuevo proceso fue la capacitación tanto del personal del almacén como la de los usuarios que estuvieron acudiendo a la ventanilla quienes posteriormente enseñaron a sus compañeros a utilizar el MIA.

Cabe destacar el hallazgo del área de oportunidad en el personal existente, permitiendo la optimización de las operaciones del almacén referentes a la recepción de materiales al no tener que disponer de su personal para atender las entregas.

Recomendaciones

Se sugiere analizar las posibilidades de mejora a través del recurso con el cual se dispone buscando el proceso óptimo sin generar gastos adicionales que puedan convertirse en desperdicios al no agregar valor a la operación o restarle impacto.

Referencias

- García Llerena, R. R. & Lozano Gonzales, J. D. (2020). Implementación de mejoras basadas en la metodología Deming para incrementar la productividad del proceso de despacho del almacén de productos terminados en la empresa CHARLIE REPRESENTACIONES SAC, Lima 2019 [Tesis]. Universidad Privada del Norte.
- Garzón, M. A. & Núñez, Z. J. (2014). plan de mejoramiento para los procesos de inventarios del canal retail en la compañía FORUS COLOMBIA [Tesis]. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCL.
- Ji, H. (2021). Implementación de una heurística para el cálculo de Milk Runs [Tesis]. Universidad de Sevilla.
- Paredes Fernández, D. F. & Vargas Llerena, R. A. (2018). Propuesta de Mejora del Proceso de Almacenamiento y Distribución de Producto Terminado en una Empresa Cementera del Sur del País [Tesis]. Universidad Católica San Pablo.
- Pinilla Parra, R. G. (2019). Metodología para la mitigación de tiempos muertos en procesos de OUTSOURCING [Tesis]. Universidad Militar Nueva Granada.
- Torres Ortiz, J. J. (2018). Propuesta de Mejora del Sistema de Almacenamiento y Distribución Interna (Lay-out) de las Bodegas de una Empresa dedicada a la Venta al por Mayor de Productos Plásticos [Tesis]. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR.