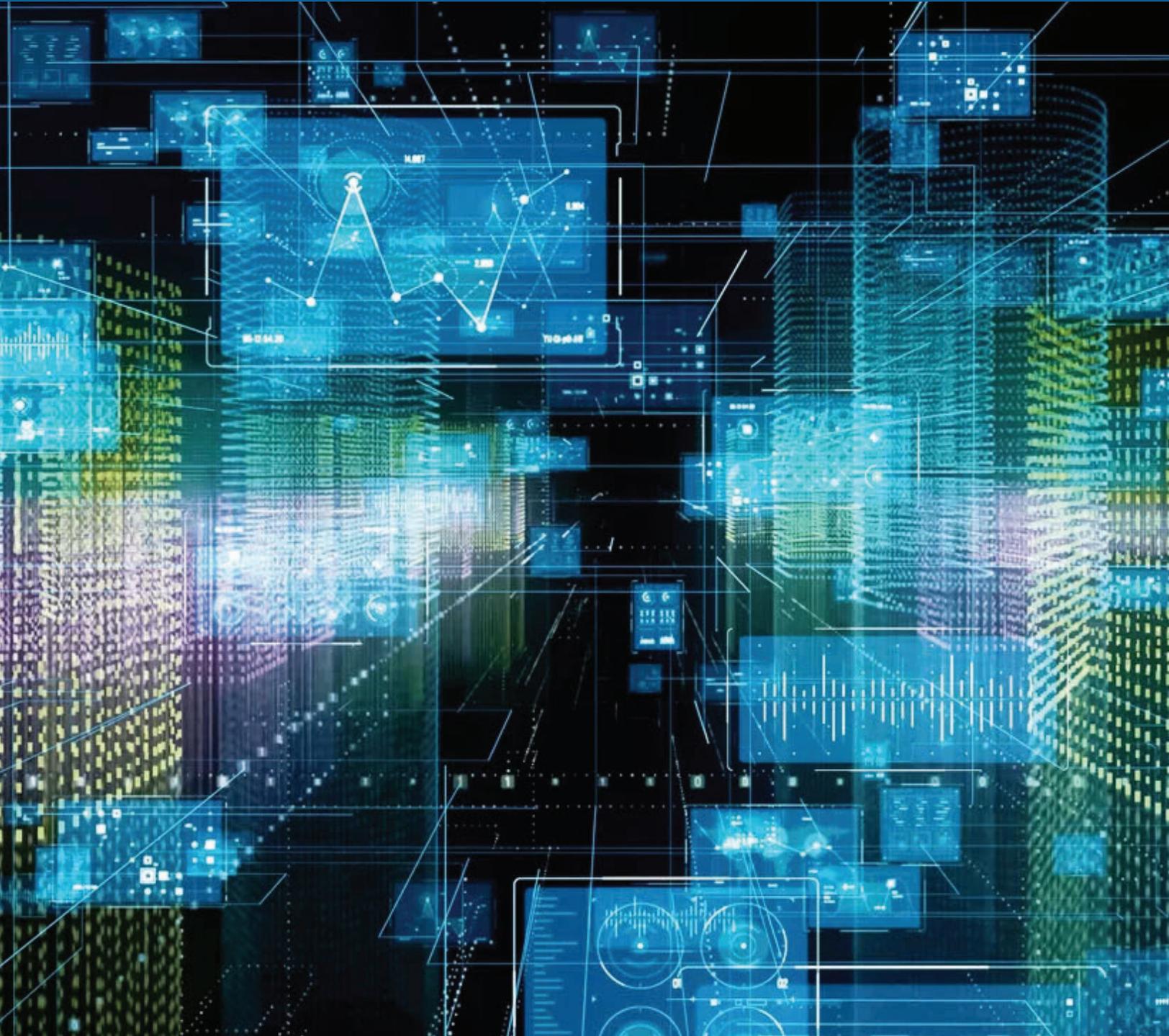
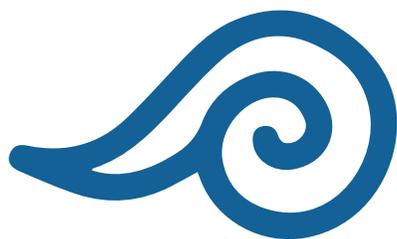


Entorno Académico

Revista arbitrada
del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme





Editorial

Tengo el gusto de presentar el volumen N°25 de la Revista Entorno Académico, en esta ocasión, se presentan una serie de artículos resultados de trabajos de investigación de los cuerpos docentes de nuestro Instituto, quienes, acompañados de alumnas y alumnos, hacen de la investigación una actividad horizontal de aprendizaje. Los resultados muestran diversas aplicaciones de la ciencia y la tecnología, y proponen soluciones encaminadas al aumento de la calidad de vida de la población, a la conservación y justo manejo de los recursos naturales.

Iniciamos la presentación de esta edición con un artículo que aborda la temática del aprovechamiento de los recursos minerales, en este caso muestra el adecuado procedimiento que debe realizarse para evaluar y delimitar yacimientos epidermales de oro.

La pertinencia de la actividad de la lectura como una herramienta de aprendizaje es abordada por el Dr. Alejandro Jacobo, y en su entrega, se muestran los resultados de su trabajo de investigación que le permiten proponer el desarrollo de estrategias metacognitivas, con la finalidad de propiciar la motivación por la lectura en las y los estudiantes de nuevo ingreso de nuestra Institución.

Continuando con la mención de los artículos presentados en esta edición, nos encontramos con el documento titulado Internet de las cosas, y a partir de este término emergente de la tecnología de la comunicación aplicada, se muestra el desarrollo de un sistema de abatimiento, para apertura y cierre de elementos arquitectónicos de seguridad y protección, en este caso se analiza una puerta, utilizando el principio de diseño y la plataforma del IoT; esta investigación se presenta por parte de un grupo de profesores y estudiantes de Ingeniería en Sistemas computacionales.

La Socioculturalidad es también interés de las disciplinas desarrolladas en ITESCA, un grupo de estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, bajo la dirección de la Maestra Albina Arévalo y en trabajo colaborativo de investigación sobre los aspectos del comportamiento humano en determinado entorno, nos muestra la relación que existe entre los hábitos de consumo y la educación no formal, las conclusiones son interesantes.

Es importante mencionar que se presenta una serie de cuatro artículos desarrollados por estudiantes de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica, en conjunto con profesores de su núcleo académico, que van desde la elaboración de un dispositivo para la detección temprana de diabetes, basado en la predicción, mediante redes neuronales; continuando con el desarrollo de un dispositivo de control de ruido ambiental, propuesto para determinar niveles de confort en una área pública, mismo que se podría extrapolar a ambientes cerrados que cumplan con ciertas similitudes, también presentan una propuesta para la generación de condiciones climáticas adecuadas en una habitación, empleando el método de lógica difusa. Y, por último, en apoyo a sectores vulnerables de la población, se muestra el desarrollo de un sistema de control automático para la evasión de obstáculos.

Como siempre, con esta presentación, esperamos que nuestro trabajo, logre el impacto esperado de contribuir tanto al beneficio de nuestra comunidad, como en la generación de nuevo conocimiento.

Agradecemos a nuestros lectores su constancia; y les adelantamos que nuestro próximo número, tiene material especial sobre temas de nanotecnologías y semiconductores.

Respetuosamente,
“Casa Abierta al Tiempo y las Ideas”

Dra. Martha Patricia Patiño Fierro

Directora General del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme



Directorio

DIRECTORIO GENERAL

Lic. Leticia Ramírez Amaya Secretario de Educación Pública	Dr. Aarón Aurelio Grageda Bustamante Secretario de Educación y Cultura del Gobierno del Estado de Sonora
Dr. Francisco Luciano Concheiro Bórquez Subsecretario de Educación Superior	Dr. Rodolfo Basurto Álvarez Subsecretario de Educación Media Superior y Superior de la SEC del Estado de Sonora
Mtro. Ramón Jiménez López Director General del Tecnológico Nacional de México	Mtro. Sergio Samuel Espinosa Guillén Subsecretario de Planeación y Administración de la SEC del Estado de Sonora
M.C. Manuel Chávez Sáenz Director de Institutos Tecnológicos Descentralizados	Dr. Ricardo Aragón Pérez Subsecretario de Educación Básica de la SEC en el Estado de Sonora

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Dra. Martha Patricia Patiño Fierro Directora General	Mtro. David Quintana Loya División de Ingeniería Ambiental
Dr. Francisco Javier Ochoa Estrella Dirección Académica	Mtro. Iván Oswaldo Luna Rodríguez División de Ingeniería Electrónica
C.P. Emmanuel de Jesús López Medrano Dirección de Vinculación	Mtro. Hirám Álvarez Velázquez División de Ingeniería en sistemas computacionales
Mtra. Berenice Agüero Flores Subdirección Académica	Ing. Víctor Manuel Ochoa Estrella División de Ingeniería Industrial
Dr. Bruno García Llanes Subdirección de Posgrado e Investigación	Mtra. Luz Nataly Flores Armendariz División de Ingeniería Mecánica
Mtra. Elda Kisai Castelo Mendoza Subdirección de Vinculación	Mtro. Luis Alberto Cuevas Othón División de Arquitectura
Lic. Raquel Herrera Ortiz Subdirección de Servicios Administrativos	Mtra. Sara Lizette Sonqui Amador División de Ingeniería en Gestión Empresarial
C.P. Edna Margarita Acosta Lara Subdirección de Planeación	Dr. Socorro del Rivero Jiménez División de Ciencias Básicas
M.T.I. Mariela Rubí Navarro Valdez Departamento de Desarrollo Académico	Mtra. Teresita Burgos Ochoa División de Ingeniería en Geociencias
C. Tadrío Eugenio Terán Serrano Dpto. de Tecnología de Información y Comunicación	Mtro. Gerardo Muñoz García División de Licenciatura en Administración
M.I. Guadalupe Vásquez Chávez Departamento de Calidad	Dr. José Efrén Ruelas Ruiz Responsable de Maestría en Ing. Mecatrónica
Mtro. Juan Grijalva Tapia Jefa Departamento de Posgrado e Investigación	Mtra. Adelisa Machado Acosta Coordinación de Idiomas

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Juan Enrique Palomares Ruiz
M.T.I. Mariela Rubí Navarro Valdez
Dr. Bruno García Llanes
Mtra. Berenice Agüero Flores
Mtro. Juan Grijalva Tapia

CONSEJO DE PUBLICACIONES

Dr. Francisco Luciano Concheiro Bórquez
Consejero Presidente

Dr. Bruno García Llanes
Consejero Secretario

Mtra. Berenice Agüero Flores
Consejero de Docencia

COMITÉ DE PRODUCCIÓN

Dr. Juan Enrique Palomares
Editor responsable

Lic. María Esther Millán Gómez
Editor Ejecutivo

Lic. Jonathan Alberto Monteverde López
Responsable de Diseño y Producción Digital

COLABORADORES

Andrés Cristóbal Espinoza Mendivil
Juan Manuel Corrales Meza
Leonsio Ruiz Moreno
Socorro del Rivero Jiménez
Alejandro Faccinnetto Ruiz
Alejandro Jacobo Castelo
Bruno Pablos Lugo
José Luis Beltrán Márquez
Enrique Manuel Espinoza
Ángela Fabiana Figueroa
Juan Antonio García
Albina Arebalo Félix
Abril Aguiar Castro
Kenia Medina Martínez
Katia Montiel Zazueta
Valeria Vázquez Bórquez
Jacqueline Zamorano Yépez
José Manuel Félix Bórquez
Jesús Javier Fuentes Leylim
Flavio Muñoz Beltrán
Alberto Ramirez Treviño
Francisco Javier Ochoa Estrella
José Efrén Ruelas Ruiz
José Guadalupe Castro Lugo
Paul Giovanni Armendariz Gerardo
Ferrer Manuel Lagunes García
Juan Enrique Palomares Ruiz
Efrén Navar Loera
Dagoberto Rodríguez Rendón

ENTORNO ACADÉMICO, año 19, No. 25, Mayo de 2024, es una publicación semestral editada por el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, Col. Amaneceres 2, Cajeme, Sonora, C.P. 85024, Tel. 01 64 44 10 86 50, www.itesca.edu.mx, jepalomares@itesca.edu.mx. Editor responsable: Dr. Juan Enrique Palomares ISSN: 2448-7635, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsable de la última actualización de este número, Lic Martha Vázquez Amaya, Comunicación Social del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme. Fecha de última modificación, diciembre 2022. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme.

Índice:

Evaluación y delimitación geológica de un yacimiento epitermal de oro ubicado en el poblado de Hornos, Sonora.	5
Estrategias metacognoscitivas y motivación para la lectura en estudiantes de nuevo Ingreso al ITESCA, Cohorte 2021	11
Internet de las cosas	20
Estudio de los efectos de la educación no formal en el consumismo de los habitantes del municipio de Cajeme, Sonora.	26
Predicción de diabetes en personas mediante aprendizaje de red neuronal.	31
Control difuso de ruido para cafetería	37
Generación de condiciones climáticas esperadas en una habitación utilizando lógica difusa	42
Desarrollo de un sistema de control de auto para la evasión de obstáculos utilizando redes neuronales	50



Evaluación y delimitación geológica de un yacimiento epitermal de oro ubicado en el poblado de Hornos, Sonora.

A.C. Espinoza-Mendivil¹, J.M. Corrales-Meza², L. Ruiz-Moreno^{3,*}, S. DelRivero-Jiménez³, A. Faccinnetto-Ruiz³

¹Estudiante de Ingeniería en Geociencias, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, División de Ingeniería en Geociencias, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

³Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, Departamento de Ciencias Básicas, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: lruiz@itesca.edu.mx

Resumen: *La información que se presenta en esta informe trata de una evaluación y delimitación de una estructura geológica (veta de cuarzo) con contenido de Au (oro), así como técnicas y métodos de muestreo que se utilizaron para conocer el potencial de la misma. La Zona de estudio donde se realizó este trabajo se ubica a la periferia del poblado Hornos, Sonora. La Sierra Madre Occidental es el resultado de diferentes episodios magmáticos y tectónicos ocurridos durante el Cretácico-Cenozoico, asociados a la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norteamérica y a la apertura del Golfo de California. Con el objetivo de determinar el potencial de la veta con contenido de Au se muestreo a lo largo de la misma y se envió a laboratorio para realizarse un análisis metalúrgico por el método de ensaye a fuego y absorción atómica. Los resultados obtenidos fueron que la mayor concentración de oro estaban distribuidos solamente en la veta de cuarzo, de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio se determino que la roca de caja no presentaba contenido de Oro.*

Palabras clave: Veta, oro, epitermal, rocas, plano geológico.

Abstract: *The information presented in this report deals with an evaluation and delimitation of a geological structure (quartz vein) with Au (gold) content, as well as sampling techniques and methods that were used to know its potential. The study area where this work was carried out is located on the outskirts of the town of Hornos, Sonora. The Sierra Madre Occidental is the result of different magmatic and tectonic episodes that occurred during the Cretaceous-Cenozoic, associated with the subduction of the Farallon plate below the North American plate and the opening of the Gulf of California. In order to determine the potential of the vein with Au content, samples were taken along it and sent to the laboratory for a metallurgical analysis by the method of fire testing and atomic absorption. The results obtained were that the highest concentration of gold was distributed only in the quartz vein, according to the results obtained in the laboratory it was determined that the box rock did not present gold content.*

Keywords: Vein, gold, epithermal, rocks, geological plane.

1. Introducción

Sonora fue el principal productor de oro en el país, con una participación del 29.8% durante el 2020, aunque el volumen obtenido disminuyó en un 9.1%; bajó la producción de las principales minas como La Herradura, Nochebuena, La Colorada, Mercedes y Santa Elena.

Lindgren [1] definió por primera vez el ambiente epitermal, como aquel que se forma a poca profundidad máxima de 1000 m con un límite de presión superior a 100 atmósferas., conteniendo proporciones variables de oro, plata y metales base, con un rango de temperatura de de 50 a 200 C,de medir el límite de estabilidad de varios minerales de texturas de vetas para depósitos tipo "hot spring" [2].

En la actualidad se sabe que los depósitos con texturas y asociaciones minerales características del ambiente epitermal, se formaron a temperaturas máximas de alrededor de 300 °C, (en base a geotermómetros minerales e inclusiones fluidas) aunque la mayoría de estos depósitos se forman entre 160 y 270 C, este intervalo de temperatura corresponde a un rango de profundidad bajo del paleonivel freático entre 50 y 700 metros. Lindgren [1, 3, 4] concluyó que el depósito de los yacimientos epitermales ocurre porque en sitios muy localizados, los fluidos ascendentes cambian rápidamente su composición dentro de un kilómetro o muy cerca de la superficie. Ahora sabemos que estos cambios son causados por la ebullición, es el proceso que más favorece la precipitación de oro a partir de complejos biosulfurados y provocan la precipitación de sílice coliforme, adularia y calcita hojosa (bladed) y la formación de vapor-agua caliente que crea alteración argílica avanzada [2].

El proyecto fué supervisado por el maestro Juan Manuel Corrales Meza, que tiene experiencia laboral en minería del 2002 a la actualidad y que además trabaja como docente en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme. La zona de estudio se encuentra ubicada a 50 km al Norte de la Cd. Obregón Son. Cercano al poblado de Hornos con coordenadas WGS 84 610064.98E, 3066735.94 N. Ver Fig. 1.

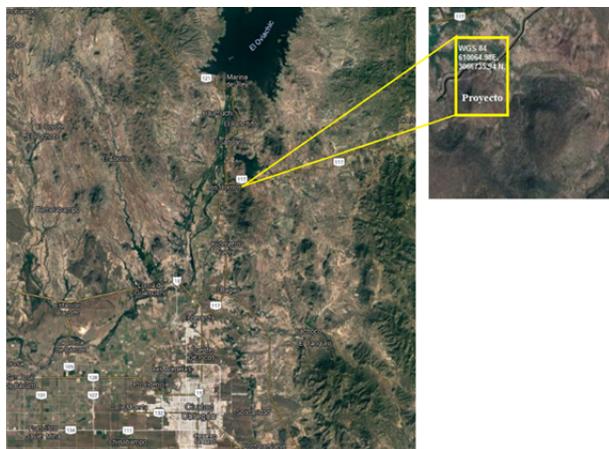


Figura 1. Ubicación del proyecto desarrollado.

El área de estudio se encuentra en una fase de negociación de venta entre el dueño del terreno y una empresa extranjera, lo que se requiere conocer el potencial de Au con el que cuenta del yacimiento, para dar seguimiento a esa transacción y no impida la negociación entre ambas partes.

Por lo que el llevar a cabo las actividades de exploración en el área de interés, ayudará a que se realice la venta del yacimiento de Au lo que se logrará un gran beneficio tanto para el vendedor como para el comprador.

Por lo que en el proyecto se procedió a evaluar y delimitar un yacimiento epitermal ubicado cerca del poblado Hornos, para conocer el potencial de Au alojado en la veta, aplicando los conocimientos geológicos, las técnicas y herramientas de exploración.

2. Desarrollo

De manera general, diversos autores [5, 6] describen los yacimientos epitermales como aquellos en los que la mineralización ocurrió dentro de 1 a 2 Km de profundidad desde la superficie terrestre y se depositó a partir de fluidos hidrotermales calientes. Los fluidos se estiman en el rango desde 100C hasta unos 320 C y durante la formación del depósito estos fluidos hidrotermales pueden alcanzar la superficie como fuentes termales o como fumarolas o solfataras. Los depósitos epitermales se encuentran de preferencia en áreas de volcanismo activo alrededor de los márgenes activos de continentes o arcos de islas y los más importantes son los de metales preciosos (Au, Ag), aunque pueden contener cantidades variables de Cu, Pb, Zn, Bi, etc.

2.1. Características geológicas

Descripción breve: Vetas, brechas con oquedades y reemplazos de sulfuros variando desde bolsones, hasta lentes masivos en secuencias volcánicas asociadas a sistemas hidrotermales someros caracterizados por lixiviación ácida, alteración argílica avanzada y sílicea.

Edad de mineralización: Terciario a Cuaternario; menos comúnmente Mesozoico y raros en fajas volcánicas Paleozoicas. La rara preservación de depósitos más viejos refleja rápidas tasas de erosión antes del enterramiento de volcanes sub aéreos en arcos tectónicamente activos.

Tipos de rocas huésped/asociadas: Rocas volcánicas piroclásticas y de flujos, comúnmente andesita a dacita sub aérea y sus equivalentes intrusivos sub volcánicos. Unidades sedimentarias permeables inter volcánicas pueden estar mineralizadas.

Forma de los depósitos: Vetas y bolsones y lentes de reemplazos masivos de sulfuros, stockworks y brechas.

Comúnmente las formas irregulares de los depósitos están determinadas por la permeabilidad de las rocas de caja y la geometría de las estructuras controladoras de la mineralización. Son comunes múltiples vetas compuestas que se cortan unas a otras.

Textura/estructura: Cavidades con drusas, vetas bandeadas, brechas hidrotermales, reemplazos masivos de rocas de caja con cuarzo de grano fino.

Sierra madre occidental: En una investigación Ferrari, Valencia & Scott [7] describe a la Sierra Madre Occidental (SMO) como el resultado de diferentes episodios magmáticos y tectónicos ocurridos durante el Cretácico-Cenozoico, asociados a la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norteamérica y a la apertura del Golfo de California.

Aranda, Henry & Luhr [8] describe que la sierra madre occidental es la acumulación más grande de ignimbritas silíceas hasta ahora conocida en la Tierra. Sus afloramientos se extienden de manera casi incontinua por más de 1,200 km, desde la frontera México-Estados Unidos hasta la faja volcánica trans mexicana cubriendo una superficie de 300,000 km².

Depósitos epitermales en México: En 2006, Antoni Camprubí y Tawn Albinson mediante un boletín de la Sociedad Geológica Mexicana describen que los depósitos epitermales conocidos hasta la fecha en México son de edad Terciaria, y su distribución espacial coincide con la distribución espacial determinada por la evolución del vulcanismo de la Sierra Madre Occidental y de la Sierra Madre del Sur. Según esto, la distribución de depósitos epitermales en México (Ver Fig. 2) puede definirse según tres rangos de edades principales:

- Más antiguos de 40 Ma: Este rango de edades se corresponde con la orogenia larámide en el norte de México. Estos depósitos están localizados al este o al oeste de la Sierra Madre Occidental.
- Entre 40 y 27 Ma: la mayoría de depósitos epitermales de México se formó en este periodo, y se disponen según un cinturón NW-SE desde Chihuahua al Estado de México, a una distancia de hasta 250 km de la costa Pacífica. Este intervalo de tiempo se corresponde con el primer episodio volcánico bimodal andesítico-riolítico de la Serie Volcánica Inferior de la Sierra Madre Occidental.

- Más recientes de 23 Ma: estos depósitos se encuentran en la parte sur de la Sierra Madre Occidental, al norte de la Faja Volcánica Mexicana. Éstos definen una tendencia WNW-ESE, que se corresponde con el último episodio netamente ignimbrítico de la Sierra Madre Occidental, conocido como Serie Volcánica Superior.

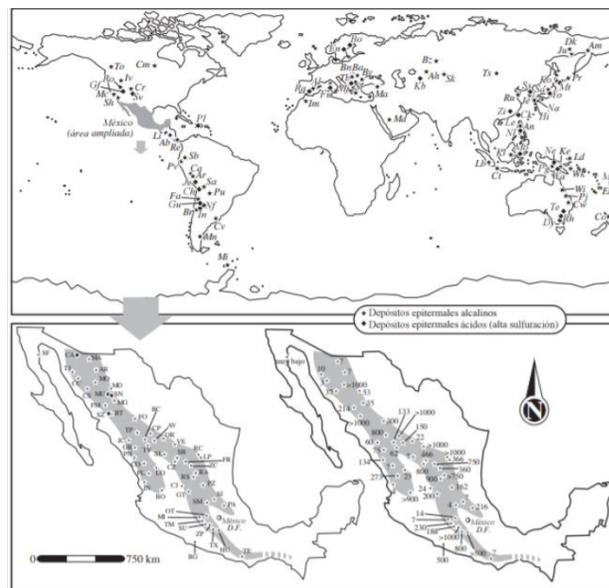


Figura 2. Distribución geográfica de algunos depósitos epitermales ácidos (alta sulfuración) y alcalinos (baja e intermedia sulfuración) en el mundo y en México.

2.2. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

A continuación se detalla de manera ordenada el proceso realizado, así como las herramientas y equipo utilizado durante el desarrollo del proyecto.

Equipo y Herramientas a utilizar durante el proyecto: Equipo de protección personal (EPP), GPS, brújula, lupa, longímetro (50 m), martillo geológico, cincel, plumones, cinta adhesiva, listones, carpeta de apuntes, ácido clorhídrico, bolsas de plástico, navaja, surfer -11, carretilla (transporte de muestras), lápiz Iman.

Con el apoyo del GPS y la brújula (ver Fig. 3) se realiza la georreferenciación de la estructura a investigar, se procede a ubicar los extremos de la veta y espesor.

Para dar un dictamen respecto a reservas de Au en la veta, se debe realizar actividades previas como determinar la



Figura 3. Ubicación de la veta mediante el GPS.

continuidad de la veta hacia el frente y atrás del rumbo que se tiene, realizar zanjas perpendiculares a la veta en áreas donde no aflora, para corroborar con pruebas de mano que realmente se trata de la misma veta, checar que la potencia tenga similitud a lo largo de la misma (ancho de veta), checar que el tipo de cuarzo sea el mismo que se está evaluando (ver Fig. 4).



Figura 4. Observación de característica de la veta.

Delimitación de la Veta: En esta parte se debe realizar un estudio detallado de toda la veta incluyendo obras por donde pasa (ver Fig. 5), se registra registrar datos como; Ancho, alto y largo de la obra por donde pasa la veta, tipo de roca de caja, alteración, oxidación, rumbos, echados, potencia de la veta, mineralización.

Muestreo de veta: Para el muestreo es muy importante empezar en áreas donde está la obra, porque tiene una mejor visibilidad y mejor ley debido a la selección que se



Figura 5. Dimensiones de la Obra por donde pasa la veta.

tiene del tipo de cuarzo. Debe checarsse no tomar roca de caja para que la muestra no se contamine y arroje bajos resultados en los ensayos a fuego de Au y Ag. Las bolsas de muestras deben pesar mínimo 3 kg, que requiere el laboratorio requiere para ensaye. El acarreo de muestra se realizó en la camioneta del Ing. Corrales, ya que el área donde se encontró el yacimiento nos dio la oportunidad de estar cerca de la veta (baja pendiente).

Ensaye de muestras: Se realiza envíos por lotes de muestras a Laboratorio CHEMEX de Hermosillo, para analizarse por el método de ensaye a fuego de Au y Ag (ver Fig. 6 a)) y determinación de valores por absorción atómica (ver Fig. 6 b)), estimando un periodo de 7 días para los resultados,



Figura 6. Ensaye a fuego a la izquierda a), y por absorción atómica a la derecha b).

Control de muestras: Para los resultados de laboratorio se realiza una base de datos en Excel (ver tabla 1) donde relaciona datos topográficos y geoquímicos, para interpretar y llevar a cabo un plano geoquímico y geológico del lugar, el plano se realiza en el software surfer 11, para entregar al cliente para su mejor entendimiento de lo que se logró durante el proyecto.

Tabla 1. Relación de muestras.

Muestra	ESTE	NORTE	Ley de Au (gr /ton)	Cota
1	610064	3066735	0.01	56
2	610060	3066735	28	55
3	610057	3066735	46	65
4	610064	3066750	0.04	66
5	610060	3066750	23	67
6	610057	3066750	32	68
7	610064	3066765	0.07	56
8	610060	3066765	16	55
9	610057	3066765	0.09	65
10	610064	3066780	0.10	66
11	610060	3066780	1	67
12	610057	3066780	0.12	68
13	610064	3066795	0.13	56
14	610060	3066795	0.14	55
15	610057	3066795	0.15	65
16	610064	3066810	9	66
17	610060	3066810	0.17	67
18	610057	3066810	0.18	68
19	610064	3066825	12	56
20	610060	3066825	0.20	55
21	610057	3066825	0.21	65
22	610064	3066840	13	66
23	610060	3066840	0.23	67
24	610057	3066840	0.24	68
25	610064	3066855	0.25	56
26	610060	3066855	0.26	55
27	610057	3066855	22	65
28	610064	3066870	0.28	66
29	610060	3066870	15	67
30	610057	3066870	0.30	68

3. Resultados

Desde el plano mineralógico, Los resultados obtenidos del muestreo a lo largo de la veta fueron muy favorables, en el plano geoquímico se observa como los valores altos siguen el patrón de la veta, lo que se descarta que la roca de caja (granito) tenga valores de Au. (ver Fig. 7).

En la tabla 2 se realizó un filtro de 30 muestras ensayadas por Au, para ver cuantas anduvieron arriba de 5 gr/ton, se observan 10 muestras con resultados favorables.

Desde el plano geológico, la cartografía geológica nos muestra que la veta está alojada en una roca plutónica

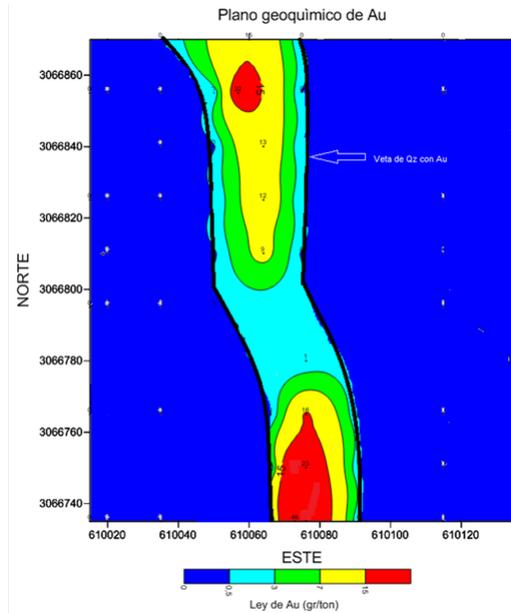


Figura 7. Plano geoquímico de Au.

Tabla 2. Resultado de muestras mayor de 5 gr/ton

Muestra	ESTE	NORTE	Ley de Au (gr/ton)	Elevación (mts)
2	610060	3066735	28	55
3	610057	3066735	46	65
5	610060	3066750	23	67
6	610057	3066750	32	68
8	610060	3066765	16	55
16	610064	3066810	9	66
19	610064	3066825	12	56
22	610064	3066840	13	66
27	610057	3066855	22	65
29	610060	3066870	15	67

con rocas volcánicas como huésped del lugar (ver fig. 9), por otra parte cabe mencionar que la estructura de interés está cortada por fallas normales con direcciones SE.NW y SW-NE.

La veta tiene una potencia de 10 -60 cm de espesor y una longitud aproximada de 180 m de afloramiento.

Los ángulos de inclinación varían de 67-72 grados a lo largo de la veta.

La dureza de la veta varía de acuerdo al grado de intemperización que presenta.

Por lo que esto se puede interpretar como que la

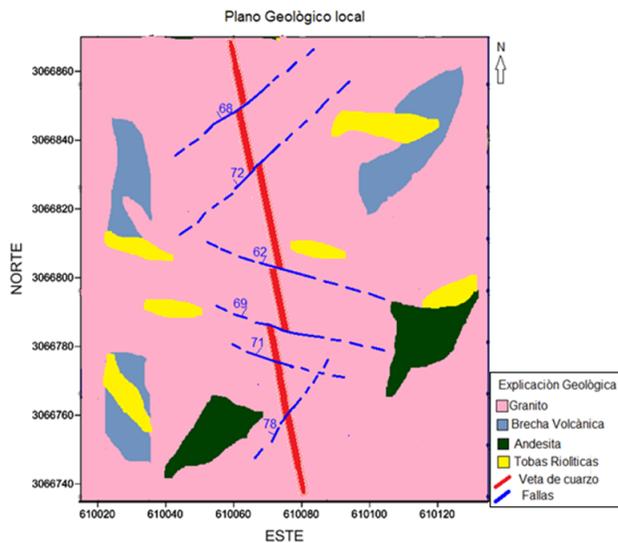


Figura 8. Plano geológico local.

estructura de interés muestra una morfología estratiforme debido a la fuerte interrupción de fallas, lo que sugiere un comportamiento irregular a profundidad, en su caso desplazamientos mayores de un metro.

Cabe mencionar que los resultados de mayor concentración de oro estaban distribuidos solamente en la veta de cuarzo, de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio se determinó que la roca de caja no presentaba contenido de Oro.

También se realizó un estudio gravimétrico a -140 malla (tamizado) para determinar si la estructura contenía oro libre, lo que resultó positivo.

4. Conclusiones

Los estudios obtenidos se determinaron que gran parte de la veta se obtuvieron leyes positivas de Au. En el plano geoquímico de la veta se muestra que el comportamiento o la ocurrencia de mejor concentración de oro se presenta en los extremos de la veta y que en el medio bajan los valores. En el plano geológico local se observa que la veta presenta una forma estratiforme debido a la presencia de algunas fallas que cortan a la roca de caja, lo que sugiere un desplazamiento del cuerpo a profundidad.

Con los resultados obtenidos de la investigación, se concluye que la veta tiene el potencial para que sea explotada, los resultados arrojaron valores muy altos comparados con los precios del oro (1900 dólares/Oz), por otra parte, se cumple lo que el cliente andaba buscando

para lograr la negociación de compra-venta del lugar donde se encuentra la veta.

Es recomendable que se realice exploraciones a los alrededores del lugar, ya que ese tipo de yacimientos por lo general vienen asociados a zonas ígneas y volcánicas.

Referencias

- [1] Waldemar Lindgren. A suggestion for the terminology of certain mineral deposits. *Economic Geology*, 17(4):292–294, 1922.
- [2] Jeffrey W Hedenquist. Mineralization associated with volcanic-related hydrothermal systems in the circum pacific basin. In *Circum-Pacific Energy and Mineral Resources Conference, 4th, Singapore, 1986*, pages 513–524. American Association of Petroleum Geologists, 1987.
- [3] Waldemar Lindgren. *Mineral deposits*. McGraw-Hill Book Company, Incorporated, 1913.
- [4] Waldemar Lindgren. *Geology and mineral deposits of the National mining district, Nevada*. Number 601. US Government Printing Office, 1915.
- [5] Antoni Camprubí and Tawn Albinson. Depósitos epitermales en México: actualización de su conocimiento y reclasificación empírica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 58(1):27–81, 2006.
- [6] LA PLATA. Universidad nacional. *Bogota, OE*, 1860.
- [7] Luca Ferrari, Martín Valencia-Moreno, and Scott Bryan. Magmatismo y tectónica en la sierra madre occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 57(3):343–378, 2005.
- [8] Jose Jorge Aranda-Gómez, Christopher D Henry, and James F Luhr. Evolución tectonomagmática post-paleocénica de la sierra madre occidental y de la porción meridional de la provincia tectónica de cuencas y sierras. *México: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 53(1):59–71, 2000.



Estrategias metacognoscitivas y motivación para la lectura en estudiantes de nuevo Ingreso al ITESCA, Cohorte 2021

A. Jacobo-Castelo¹

¹Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, Subdirección de Posgrado e Investigación, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: ajacobo@itesca.edu.mx

Resumen: La comprensión lectora consiste en encontrar el significado de textos. Las fallas en la comprensión lectora se llaman Analfabetismo Funcional. La construcción de significado resulta de la interacción entre texto y lector. Éste posee experiencias previas que aunadas a diversas estrategias y al juicio sobre los contenidos podrá construir su comprensión. Para conocer las estrategias metacognitivas y motivacionales para la lectura utilizadas por estudiantes universitarios, se aplicó un instrumento [1] a una muestra no aleatoria de 336 estudiantes matriculados en 2021, 45.8 % mujeres y 54.2 % hombres de nueve programas de licenciatura. El Inventario de Estrategias Metacognoscitivas y Motivación por la Lectura consta de 27 ítems en cinco dimensiones: Estrategias de análisis de la lectura, Estrategias para identificación de información o ideas, Motivación intrínseca por la lectura en general, Estrategias de consulta de fuentes adicionales, y Motivación intrínseca por la lectura de textos académicos. Se encontró que el estudiantado se percibe con fortaleza en tres dimensiones: Estrategias de Consulta de Fuentes Adicionales(ECFA); Estrategias de Análisis de la Lectura(EAL) y Estrategias de Identificación de ideas(EII). Las principales carencias percibidas corresponden a Motivación intrínseca para la Lectura en General (MILG) y Motivación Intrínseca para la Lectura de Textos Académicos(MILTA).

Palabras clave: Estrategias metacognitivas, motivación, lectura, universitarios, instrumentos de medición.

Abstract: Reading comprehension consists of finding the meaning of texts. Failures in reading comprehension are called Functional Illiteracy. The construction of meaning results from the interaction between text and reader. This student has previous experiences that, together with various strategies and judgment about the contents, will be able to build their understanding. To find out the metacognitive and motivational strategies for reading used by university students, an instrument [1] was applied to a non-random sample of 336 students enrolled in 2021, 45.8 % women and 54.2 % men from nine Degree programs. The Inventory of Metacognitive Strategies and Motivation for Reading consists of 27 items in five dimensions: Strategies for reading analysis, Strategies for identifying information or ideas, Intrinsic motivation for reading in general, Strategies for consulting additional sources, and, Intrinsic motivation for reading academic texts. It was found that the student body is perceived as strong in three dimensions: Additional Source Consultation Strategies (ECFA); Reading Analysis Strategies (EAL) and Ideas Identification Strategies (EII). The main perceived deficiencies correspond to Intrinsic Motivation for Reading in General (MILG) and Intrinsic Motivation for Reading Academic Texts (MILTA).

Keywords: Metacognitive strategies, motivation, reading, university students, measurement instruments.

1. Introducción

La comprensión lectora es un fenómeno que consiste en encontrar el significado de lo que se lee. Ese significado tiene un vínculo estrecho con la visión que cada uno tiene del mundo y de sí mismo. La comprensión es consustancial

a la lectura, por ello, si un lector comprende un texto, le encuentra significado y lo pone en relación con lo que ya sabe y con lo que le interesa, estará relacionándose significativamente con su mundo. Si bien en la escuela, desde el nivel básico hasta el medio superior, el currículum incluye espacios para el desarrollo de esta competencia, eso no garantiza el desarrollo pleno de la misma, al grado de que se reconoce el hecho de que estudiantes de diversos

niveles educativos muestran deficiencias graves en la lectura y la comprensión [2]. En el nivel de educación superior, las fallas en la comprensión de la lectura son denominadas Analfabetismo Funcional, condición en la cual, si bien se logra descifrar los símbolos y signos, no se alcanza la comprensión. Este analfabetismo tiene diversas implicaciones porque los lectores aun sabiendo leer y escribir, no emplean adecuadamente las estrategias para el desarrollo del proceso de lectura, ni el uso correcto de la lengua en la expresión oral y escrita, situaciones que dificultan la comprensión de lo que se lee, lo cual tiene como consecuencia una deficiencia en la capacidad de analizar, criticar y expresar ideas [3].

En el nivel universitario, la lectura de textos para construir nuevos aprendizajes es una exigencia en los programas de estudio y de parte de los profesores. Sin embargo, se conoce poco acerca de los múltiples factores personales -cognitivos, afectivos y estratégicos- como de la naturaleza del texto, que afectan la comprensión lectora en el estudiantado del nivel superior.

En las modificaciones a los planes y programas de estudio de los últimos 15 años, tanto en Europa como en México, se ha buscado que en los objetivos curriculares de las diferentes carreras se incorporen las principales competencias que requieren los estudiantes para su óptimo desempeño, tanto en su tránsito por la universidad como en el campo laboral. De hecho, en el proyecto Tuning de Europa y en el de Latinoamérica se incorporó la competencia lectora como una competencia genérica en los planes de estudio de todas las carreras profesionales [4], según señalan Echevarría y Gastón [5], los estudios acerca de la comprensión lectora datan desde los años sesenta del siglo pasado. Los primeros estudios se hicieron en el campo de la lingüística y se centraron en analizar la comprensión de oraciones. Luego se incorporó la psicolingüística para centrar sus investigaciones en la construcción del significado de la lectura. Desde esta perspectiva, se enfatizó el papel del sujeto en el proceso de la comprensión, y se dio lugar a una aproximación interactiva según la cual la lectura de un texto y su comprensión implica procesos cognitivos complejos del lector y del texto [6].

La construcción del significado personal de la lectura se da como resultado de la interacción entre texto y lector. Éste ya posee experiencias previas que aunadas a la utilización de diversas estrategias y al juicio que haga el lector sobre los contenidos podrá construir su comprensión del

texto [1]. Una estrategia se define como un conjunto de operaciones cognitivas interdependientes que permitirán realizar una tarea, en este caso comprender lo leído [7]. En este proceso se afectan "... los estados motivacionales y afectivos del aprendiz, o la forma en que este selecciona, adquiere, organiza o integra el nuevo conocimiento" [7]. Este proceso implica la autorregulación de operaciones y para lograrlo se requieren estrategias metacognitivas.

Las estrategias metacognitivas son acciones que el lector realiza antes, durante y después de los procesos cognitivos a fin de optimizarlos [8]. Las acciones previas se refieren a la planificación la cual incluye la selección adecuada de las estrategias y los recursos que afectan el desempeño de la tarea, por ejemplo, hacer predicciones antes de leer y asignar tiempo o atención selectiva antes de iniciar la lectura [8, Pag. 354]. Durante la lectura, se sugiere el monitoreo o vigilancia del proceso. El monitoreo se refiere a la conciencia del lector de su proceso de comprensión. Esta capacidad se desarrolla lentamente, pero es muy eficaz para estimar qué tan bien se comprenderá un texto [8, Pag. 355]. Después del proceso de lectura, la evaluación se refiere a la capacidad de juzgar tanto los procesos regulatorios como los productos, por ejemplo, reevaluar las metas propias del lector y sus conclusiones [8, Pag. 355]

Guerra, Guevara, López y Rugerío [1, Pag. 255] sostienen citando a Brown, Campione y Day [9] que cualquier estrategia de lectura que se utilice estará influenciada al menos por tres factores: estructura del texto, conocimientos previos del lector y las características de la tarea. Las investigaciones sobre el proceso de la lectura se han concentrado en estudiar las técnicas que usa el lector para seleccionar acciones que lo conduzcan a la comprensión tales como el autocuestionamiento, el uso de mapas conceptuales, la elaboración de resúmenes e incluso el subrayado o resaltado de texto. Todas esas técnicas son de probada efectividad para la comprensión lectora [1, Pag. 256-258]. Además, en estrecha relación con las técnicas descritas está el factor motivacional.

La motivación es el aspecto dinámico del comportamiento humano, un estado interno que activa, mueve y dirige a la persona a realizar acciones y persistir en ellas. Los motivadores de la conducta pueden ser internos o externos. Cuando son internos se dice que la motivación es intrínseca; si son externos la motivación será extrínseca. Por ejemplo, en la lectura, un motivador intrínseco puede ser el placer que produce la lectura o la comprensión de

la misma; un extrínseco puede ser el tener que leer para aprobar un curso o evitar una consecuencia desagradable. Guerra y Guevara [10] citando a Anmarkrud y Braten [11], afirman que los estudiantes se fijan metas de dominio de una tarea, además de estar motivados intrínsecamente, utilizan estrategias que ayudan a la comprensión formando un círculo virtuoso en el que el lector se percibe con capacidades que lo impulsan a lograr la comprensión.

A la par de esa preocupación por la comprensión lectora y sus procesos, se han desarrollado diversos instrumentos que buscan conocer los hábitos de lectura, las habilidades cognitivas asociadas al proceso de comprensión e incluso la competencia lectora con instrumentos que miden la ejecución de la competencia lectora.

Para cumplir con el objetivo de este proyecto, la revisión bibliográfica realizada, permitió, además de explorar las diversas conceptualizaciones sobre la comprensión lectora, encontrar instrumentos creados para evaluar la comprensión lectora y los procesos cognitivos asociados a ella.

Con la finalidad de obtener información acerca de las estrategias metacognoscitivas y motivacionales hacia la lectura en estudiantes de nuevo ingreso al ITESCA 2021, se aplicó un instrumento de 27 ítems, desarrollado y validado con una muestra de 301 estudiantes de la carrera de psicología de una universidad pública de la ciudad de México [1].

El instrumento en cuestión se fundamenta en la convicción de que la comprensión lectora de estudiantes universitarios es consustancial a la formación universitaria dado que es una competencia genérica y que la posesión de la misma está fuertemente influida por la utilización de habilidades y estrategias utilizadas al enfrentar la tarea de comprender textos. Las estrategias metacognoscitivas y motivacionales para la lectura son importantes porque implican no sólo el autoconocimiento de la estrategia utilizada, sino también la autorregulación del estudiante durante el proceso.

Diversos estudios señalan que las principales estrategias utilizadas para la comprensión de textos incluyen: identificar ideas principales, relacionar los nuevos conceptos con conocimientos previos, hacer paráfrasis de lo leído, reflexionar sobre los temas, interactuar con las ideas del autor y construir nuevos conceptos.

2. Desarrollo

Objetivo general: Obtener el perfil de Estrategias Metacognoscitivas y Motivacionales por la lectura de estudiantes universitarios de nuevo ingreso al ITESCA (cohorte 2021-2022).

Objetivos específicos: Conocer el perfil del estudiantado en cada una de las cinco dimensiones que explora el instrumento y presentarlos por género y carrera:

1. Estrategias de análisis de lectura EAL,
2. Estrategias para identificación de información o de ideas EII,
3. Motivación intrínseca por la lectura en general MILG,
4. Estrategias de consulta de fuentes adicionales ECFA y
5. Motivación intrínseca por la lectura de textos académicos MILTA.

Población y muestra: La población se definió como la totalidad de estudiantes, 412, que ingresaron al ITESCA en nueve programas de licenciatura en la cohorte 2021. Se pretendía que fuera un censo; sin embargo, no todos respondieron y finalmente se utilizó una muestra no aleatoria. La muestra final fue de 336 estudiantes, 81 % de la población, 45.8 % mujeres y 54.2 % hombres de nueve programas de licenciatura. La Fig. 1 expresa representación cuantitativa de cada carrera.

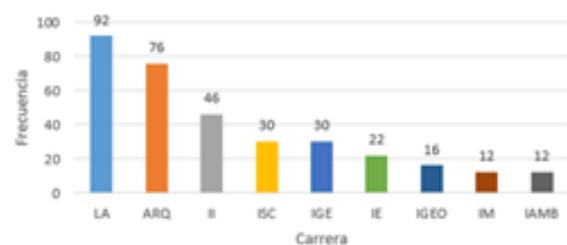


Figura 1. Composición de la muestra por carrera.

Procedimientos: Los datos se recogieron en los meses de agosto y septiembre de 2021. El instrumento, capturado en Google Forms, se envió por correo electrónico a la totalidad de estudiantes inscritos en agosto de 2021. Los datos se procesaron con SPSS versión 23. Se realizaron diversos cálculos univariados y multivariados.

Instrumento: Se utilizó el Inventario de Estrategias Metacognoscitivas y Motivación por la Lectura (IEMML). El instrumento consta de 27 ítems agrupados en 5 dimensiones o factores. Las dimensiones declaradas en el instrumento fueron: estrategias de análisis de la lectura, estrategias para identificación de información o ideas, motivación intrínseca por la lectura en general, estrategias de consulta de fuentes adicionales, y, motivación intrínseca por la lectura de textos académicos.

Cada ítem se respondió en una escala tipo Likert de cinco puntos que van desde Nunca = 1, Rara vez = 2, A veces = 3, Frecuentemente = 4 y Siempre = 5.

Para analizar los datos se calculó el promedio de la respuesta a los 27 ítems en cada estudiante. Así es de esperar un promedio entre 1 y 5 (Valor Esperado = 3). Cuanto más cercano a 5 significa que el estudiante percibe el uso mayor de las estrategias, o la motivación más alta por la lectura.

Confiabilidad y validez del IEMML: La confiabilidad de las medidas del instrumento se estimó a través de la consistencia interna de las respuestas mediante el cálculo del coeficiente alpha de Cronbach. Se obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach = 0.93 para la totalidad del instrumento. Ese valor indica una alta consistencia interna de las medidas del IEMML y, por tanto, se puede afirmar que el instrumento aporta medidas confiables, con muy poco error. La Tabla 1 exhibe los coeficientes correspondientes a cada una de las 5 dimensiones o factores. Estos se obtuvieron previa utilización del Análisis Factorial Exploratorio. Los coeficientes variaron entre .672 (Estrategias de Consulta de fuentes de información) y .880 (Estrategias para identificación de ideas o información).

Es de destacar que el coeficiente Alpha de Cronbach obtenido 0.93 resultó ligeramente superior al reportado por [1, Pag. 26] en el proceso de validación de referencia.

Validez de construcción: Se realizó un Análisis Factorial Exploratorio para determinar la estructura subyacente del instrumento. Se encontró una estructura de cinco factores o dimensiones. El instrumento como un todo tiene la capacidad de explicar el 59% de la varianza de los datos; cada factor explicó entre el 8.5% y el 16.23% de la varianza (Ver la tabla 2).

Los 8 ítems que componen el factor I (EAL) Estrategias

Tabla 1. Dimensiones, ítems y coeficientes Alpha de Cronbach del IEMML

DIMENSIONES	Ítems	α
Factor 1: (EAL) Estrategias de análisis de la lectura 1. Después de leer un texto académico soy capaz de elaborar nuevas ideas en relación con lo leído. 2. Soy capaz de relacionar los contenidos de un texto leído con otros revisados con anterioridad. 9. Al terminar la lectura puedo dar una explicación verbal de lo leído 21. Tengo la facilidad para formular mi propio juicio respecto a la lectura realizada. 22. Al finalizar la lectura de un capítulo elaboro mis propias conclusiones acerca de la información 23. Me considero capaz de integrar lo que leo a mi experiencia cotidiana. 24. Acostumbro a reflexionar sobre el tema abordado en la lectura. 26. Expongo con mis propias palabras las ideas centrales de los textos leídos.	8	.865
Factor 2: (EII) Estrategias para identificación de información o de ideas 6. Acostumbro a buscar libros de mi interés. 7. La lectura de cualquier texto la acostumbro como un pasatiempo. 13. Leo para ampliar mis conocimientos de manera personal. 19. Leo por iniciativa propia. 27. Disfruto más leer un libro que ver la T.V.	6	.880
Factor 3: (MILG) Motivación intrínseca por la lectura en general (4, 11, 15, 17, 18, 20) 4. Al revisar un texto logro identificar las ideas principales de aquellas que no lo son. 11. Mis conclusiones las confronto con las del autor. 15. Cuando leo puedo identificar las ideas del autor. 17. Al concluir la lectura me pregunto si estoy o no de acuerdo con lo expuesto por el autor. 18. Conozco el significado de los términos empleados por el autor. 20. Puedo distinguir con facilidad mi punto de vista y el del autor.	5	.824
Factor 4: (ECFA) Estrategias de consulta de fuentes adicionales (3, 5, 8, 25) 3. Leo cuando tengo dudas de algún tema. 5. Comprendo adecuadamente las lecturas realizadas para la escuela. 8. Cuando leo, busco el significado de las palabras que no entiendo. 25. Soy capaz de encontrar la información que necesito a partir de la lectura que realizo de un texto.	4	.672
Factor 5: (MILTA) Motivación intrínseca por la lectura de textos académicos (10, 12, 14, 16) 10. Me parece que los textos que detallan los temas de manera amplia son interesantes. 12. Acostumbro a leer otros textos además de los señalados en clase, con el objetivo de ampliar mi conocimiento. 14. Disfruto los textos que leo para revisar en clase. 16. Me gusta leer textos académicos.	4	.738
Totales	27	.934

Tabla 2. Porcentaje de varianza explicada por cada dimensión del IEMML

Dimensiones	% de varianza
EAL	16.2
EII	13.8
MILG	10.9
ECFA	9.6
MILTA	8.5

de análisis de lectura, son los que explican el mayor monto de varianza (16.23%) y se refieren a estrategias que conducen a la comprensión de la lectura, tales como elaborar nuevas ideas, enjuiciar la lectura realizada, ser capaz de establecer relaciones entre lo leído y con otros textos leídos con anterioridad.

El factor II (EII) Estrategias para identificación de información o de ideas explicó el 13.2% de la varianza. Está compuesto por ítems que expresan capacidad de identificar las ideas del autor, confrontación con las ideas

del autor y conocimiento del significado de los términos empleados por el autor, entre otras.

El factor III (MILG) Motivación intrínseca por la lectura en general explicó el 10.9% de la varianza y contiene ítems relacionados con la búsqueda de libros de acuerdo con el interés personal, el disfrute de la lectura por sobre otros medios, como pasatiempo o para ampliación de conocimientos.

El factor IV (ECFA) Estrategias de consulta de fuentes adicionales explicó el 9.6% de la varianza y contiene ítems relacionados con la intención de aclarar dudas sobre el contenido, la búsqueda de significado de palabras que no se comprenden y lectura de otras fuentes para ampliar el conocimiento.

Por último, el factor V (MILTA) Motivación intrínseca por la lectura explicó el 8.5% de la varianza con cuatro ítems, los cuales exploran el interés y disfrute de los textos académicos utilizados en las clases.

Cinco dimensiones explicaron el 59% de la variación del IEMML. Se constató la validez de Constructo a través del Análisis Factorial Exploratorio, método de componentes principales, rotación varimax y a través de la correlación lineal entre ítem-Dimensión. Se observan coeficientes r de Pearson de moderados a altos [12], entre 0.596 y 0.865, significativos con $p < 0.005$. Estos datos corroboran la pertenencia del ítem al constructo. Así, se puede declarar que es válida la medición tanto del constructo general Estrategias Metacognoscitivas y Motivación para la Lectura, como de los cinco Constructos subyacentes. Ver la Tabla 3.

3. Resultados

Se calculó la media aritmética de las respuestas de cada estudiante a la totalidad de los ítems del instrumento, así como la media aritmética de la totalidad de estudiantes que respondieron el IEMML. Se encontró una media igual a 3.41 (D.E. = 0.56). Este promedio es superior al valor esperado teóricamente ($t = 13.38$, $gl = 335$, $p < 0.000$), pero inferior a 3.56 ($t = -4.84$, $gl = 335$, $p < 0.000$) reportado en el estudio de validación [1, Pag. 27]. En cualquiera de ambos casos ese valor indica una ligera tendencia a responder favorablemente a la escala general del IEMML, lo cual significa que, en general, los

Tabla 3. Coeficientes de correlación lineal entre ítem y constructo subyacente.

Factores e ítems	Correlación de Pearson
EAL Estrategias de Análisis de Lectura	
1. Después de leer un texto académico soy capaz de elaborar marcas líticas en relación con lo leído.	.691**
2. Soy capaz de relacionar los contenidos de un texto leído con otros revisados con anterioridad.	.668**
9. Al terminar la lectura puedo dar una explicación verbal de lo leído.	.709**
21. Tengo la facilidad para formular mi propio juicio respecto a la lectura realizada.	.761**
22. Al finalizar la lectura de un capítulo elaboro mis propias conclusiones acerca de la información.	.758**
23. Me considero capaz de interiorizar lo que leo a mi experiencia cotidiana.	.723**
24. Acostumbro reflexionar sobre el tema abordado en la lectura.	.786**
26. Expongo con mis propias palabras las ideas centrales de los textos leídos.	.596**
MILG Motivación Intrínseca por la Lectura en General	
6. Acostumbro a buscar libros de mi interés.	.865**
7. La lectura de cualquier texto la acostumbro como un pasatiempo.	.852**
13. Leo para ampliar mis conocimientos de manera personal.	.755**
19. Leo por iniciativa propia.	.846**
27. Disfruto más leer un libro que ver la T.V.	.786**
EII Estrategias de Identificación de Ideas	
4. Al revisar un texto logro identificar las ideas principales de aquellas que no lo son.	.707**
11. Mis conclusiones las confronto con las del autor.	.723**
15. Cuando leo puedo identificar las ideas del autor.	.775**
17. Al concluir la lectura me pregunto si estoy o no de acuerdo con lo expuesto por el autor.	.736**
18. Conozco el significado de los términos empleados por el autor.	.721**
20. Puedo distinguir con facilidad mi punto de vista y el del autor.	.750**
ECFA Estrategias de Consulta de Fuentes Adicionales	
3. Leo cuando tengo dudas de algún tema.	.704**
5. Comprendo adecuadamente las lecturas realizadas para la escuela.	.702**
8. Cuando leo, busco el significado de las palabras que no entiendo.	.765**
25. Soy capaz de encontrar la información que necesito a partir de la lectura que realizo de un texto.	.699**
MILTA Motivación Intrínseca por la lectura de Textos Académicos	
10. Me parece que los textos que detallan los temas de manera amplia son interesantes.	.670**
12. Acostumbro leer otros textos además de los señalados en clase, con el objetivo de ampliar mi conocimiento.	.751**
14. Disfruto los textos que leo para revisar en clase.	.790**
16. Me gusta leer textos académicos.	.796**

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

estudiantes de la muestra se perciben como poseedores de motivación hacia la lectura y utilización de estrategias metacognoscitivas para la comprensión de la misma.

La Fig. 2 exhibe la forma de la distribución de los puntajes promedios, la cual es ligeramente sesgada negativamente (Asimetría = -0.028) y ligeramente leptocúrtica (Curtosis = 0.41). Ambos indicadores permiten afirmar que la distribución puede considerarse aproximadamente normal y con ello generar un baremo que permita interpretar los valores que están en ambos extremos de la distribución y hacer un análisis de las frecuencias o casos.

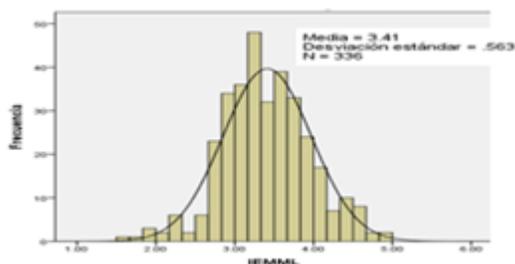


Figura 2. Distribución de frecuencias del total de respuestas al IEMML.

Con los valores de la media aritmética y la desviación estándar se construyó un baremo, para interpretar los valores distribuidos tanto por debajo como por encima de la media de la distribución y así conocer el significado

de los puntajes con un sentido práctico.

Se compararon las puntuaciones obtenidas entre hombres y mujeres tanto en el puntaje general como en las cinco dimensiones (Ver Tabla 4). Se encontró que en el promedio general(IEMML), las mujeres, aunque dentro del rango normal, tuvieron puntuaciones significativamente superiores a los hombres ($F= 5.11$, $gl =1$, $p < .05$). En la dimensión MILG (Motivación Intrínseca para la lectura en general), las mujeres, ubicadas en el rango normal con media de 3.23, tuvieron puntuación significativamente superior a los hombres, ubicados como bajos con media de 2.81 ($F= 19.7$, $gl = 1$, $p < .000$). Las mujeres tienen mayor motivación intrínseca para la lectura que los hombres. Otra dimensión donde se encontraron diferencias significativas entre mujeres y hombres es en ECFA (Estrategias de consulta de fuentes adicionales). Aun cuando mujeres y hombres tienen puntajes dentro del rango normal (3.96 y 3.79), las diferencias son significativas a favor de las mujeres($F= 6.78$, $gl=1$, $p < .005$).

Tabla 4. Comparación de medias entre mujeres y hombres en IEMML, MILG y ECFA.

Dimensión	Género	n	Media	Desviación estándar	F	Significación Bilateral
IEMML	Mujer	154	3.49	0.54	5.11	.024
	Hombre	182	3.35	0.58		
MILG	Mujer	154	3.23	0.92	19.72	.000
	Hombre	182	2.81	0.83		
ECFA	Mujer	154	3.96	0.56	6.78	.010
	Hombre	182	3.79	0.64		

Análisis de frecuencias del IEMML: Para cada uno de los participantes se calculó la media obtenida en los 27 ítems del IEMML, así como en cada una de las cinco dimensiones. De este modo, cada individuo se ubica por debajo o por encima de la media general (IEMML) y de la media de cada una de las dimensiones. Para saber dónde se ubican las puntuaciones individuales se aplicó el baremo mostrado en la tabla 5 y se analizaron las frecuencias de las tabulaciones cruzadas por género y carrera.

Tabulación cruzada IEMML por género y carrera:

La figura 3 exhibe la forma en que se distribuyeron las frecuencias de las puntuaciones promedio de cada participante. Casi el 73%, 244 estudiantes tuvieron puntuaciones normales, el 13%, 44 estudiantes, tuvieron puntajes por debajo de la normal y el 14.3%, 48 estudiantes se ubicaron por encima de la normal. Los puntajes bajos y muy bajos significan que el estudiante

Tabla 5. Baremo para interpretar los puntajes del IEMML.

Límites	Significado
2.28 y menos	Muy bajo
2.28 a 2.85	Bajo
2.85 a 3.97	Normal
3.97 a 4.54	Alto
4.54 y más	Muy Alto

se percibe, en general con carencias, tanto de estrategias metacognoscitivas como de motivación para la lectura; el 14.3% se percibe con fortalezas en las mismas variables.

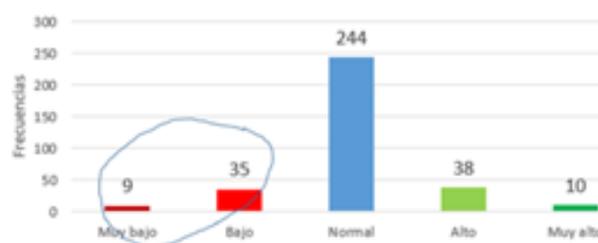


Figura 3. Distribución de frecuencias de acuerdo con la puntuación obtenida en el IEMML ITESCA 2021.

El 13% de casos por debajo de la normal representan un área de oportunidad para organizar estrategias de formación para promover la motivación y el desarrollo de estrategias metacognoscitivas para la lectura.

Tabulación cruzada IAL por género: El análisis de frecuencias por dimensiones permite aclarar la posición que guarda cada individuo respecto de una dimensión. En el análisis global se puede dar la situación en que un individuo tenga una puntuación que lo ubique como normal; sin embargo, queda oculta la respuesta a cada una de las dimensiones. Puede ser que aun cuando se ubique como normal, este resultado se puede deber a que tenga puntuaciones bajas o altas en cualquiera de las dimensiones.

Al analizar la dimensión EAL (Estrategias de Análisis de la lectura) se encontró en la tabulación cruzada con género que el 61% de los casos se ubicaron con puntuaciones normales, el 8.7% por debajo de la normal y el 30.4% por encima de la normal. La figura 4 permite apreciar la distribución por género, aunque no hay diferencias estadísticamente significativas atribuibles a esa variable.

Es de destacar que predominan los puntajes por encima de la normal, lo cual significa que los estudiantes, sin importar el género, se perciben con posesión de estrategias de análisis de la lectura, tales como elaborar ideas nuevas, reflexionar y construir conclusiones sobre la lectura de un texto. El 8% de quienes se ubicaron por debajo de la normal, perciben carencias en esas estrategias.

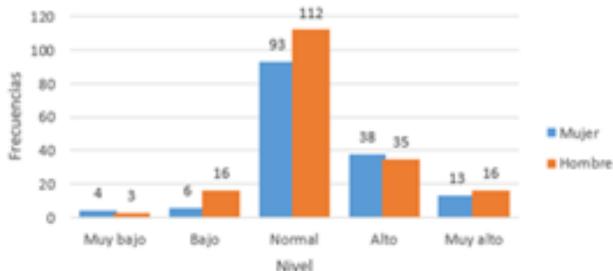


Figura 4. Distribución de frecuencias de los niveles de puntuación, por género.

Tabulación cruzada MILG por género: La dimensión MILG explora la motivación por la lectura en general expresada en la búsqueda de libros de interés por iniciativa propia, así como el disfrute de la lectura para ampliar conocimientos o como recreación, incluso por encima de ver la TV.

Los resultados encontrados son que el 37.2% se ubicaron en la normal, más del 50% por debajo de la normal y apenas el 15% por encima de la normal. Este es un resultado alarmante porque en una distribución normal se esperaría el 68% de los casos cayeran en ese nivel. La figura 5 exhibe la distribución de frecuencias de puntuaciones desglosada por género. En este caso las diferencias observadas se pueden atribuir al género ($\chi^2 = 20.46$, $gl = 4$, $p < .000$). Este resultado del análisis de frecuencias es compatible con el observado cuando se compararon las medias aritméticas de mujeres y hombres en la dimensión MILG, en la cual los hombres tuvieron una media significativamente menor que las mujeres (Ver la Tabla 4). En este caso, mayor cantidad de hombres que mujeres tuvieron puntuaciones bajas y muy bajas.

La figura 6 muestra la distribución de los 157 estudiantes, mujeres y hombres, en las diferentes carreras. Se destaca la gran cantidad de hombres en ARQ, II, ISC y LA.

Tabulación cruzada EII por género: La dimensión EII, Estrategias de Identificación de ideas, explora el uso de estrategias tales como la confrontación de conclusiones personales con las ideas del autor, el interrogarse sobre

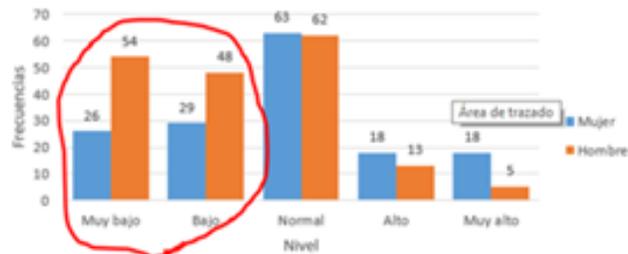


Figura 5. Distribución de frecuencias de mujeres y hombres en los diferentes niveles de MILG.

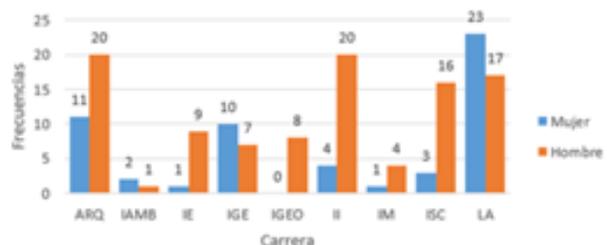


Figura 6. Distribución de hombres y mujeres con puntuaciones bajas y muy bajas en la dimensión MILG.

el acuerdo o no con las ideas del autor y el distinguir el punto de vista personal y el del autor, conocer el significado de la terminología del autor, entre otras.

Se encontró que el 57% de la muestra se ubicó en puntuaciones dentro del rango normal, el 24.4% en puntuaciones bajas y muy bajas y el 18.5% en altas y muy altas. No se encontraron diferencias significativas atribuibles al género, La figura 7 exhibe la distribución de frecuencias. El 24.4% se percibe con carencias de estrategias para identificar ideas de los textos que leen. La figura 8 presenta cómo se distribuyen en las nueve carreras.



Figura 7. Distribución de frecuencias de los niveles de puntuación en EII.

Tabulación cruzada ECFA por género: La dimensión

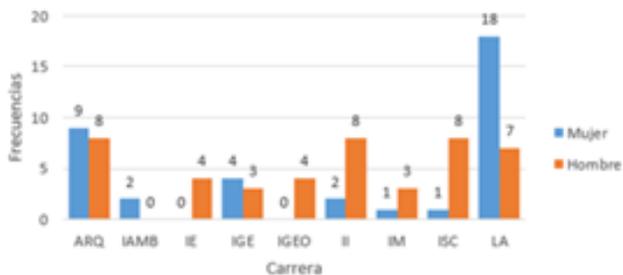


Figura 8. Distribución de mujeres y hombres con puntuaciones bajas y muy bajas en EII.

ECFA, Estrategias de Consulta de Fuentes Adicionales, pretende explorar en qué medida el estudiantado acude a la lectura para aclarar dudas, comprender adecuadamente, buscar significado de palabras que no entiende y ser capaz de encontrar la información necesaria en relación con un texto. En esta dimensión el 48.8% de los casos se ubicaron en el rango normal, el 5% tuvieron puntajes bajos y muy bajos y el 46% en puntuaciones alta y muy alta. Es de destacar que en esta dimensión es donde los estudiantes se perciben con mayor fortaleza para la consulta de fuentes adicionales y apenas el 5% perciben que tienen carencias en esta estrategia. Estos resultados corroboran lo encontrado cuando se compararon las medias entre mujeres y hombres. Las mujeres tuvieron media significativamente mayor que los hombres (ver tabla 5), aunque en este caso no se encontró evidencia de que mujeres u hombres sean superiores, sino que una gran cantidad de ambos tuvieron puntuaciones por encima de la normal. La figura 9 muestra esa situación. Los estudiantes perciben, sin duda, que son fuertes en la estrategia de consulta de fuentes adicionales.

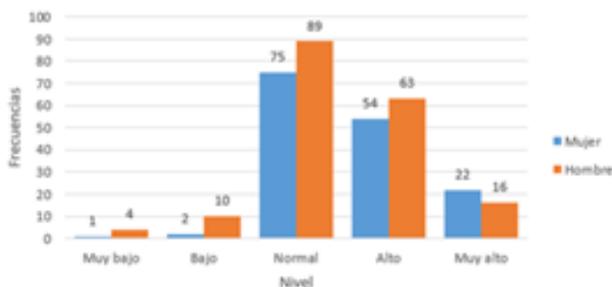


Figura 9. Distribución de frecuencias de puntuaciones en ECFA de mujeres y hombres.

Tabulación cruzada MILTA por género: La Motivación Intrínseca para la lectura de textos académicos (MILTA) es una dimensión que pretende explorar el interés del estudiantado por la lectura de textos académicos con la finalidad de ampliar sus conocimientos

o por el simple disfrute de la lectura de textos que normalmente se solicitan en las clases.

En esta dimensión motivacional se encontró que el 52.4% se ubican en el rango normal, el 31% por debajo de la normal y el 16% por encima de la normal. No se encontraron diferencias atribuibles al género. Según la figura 10, tanto mujeres como hombres perciben carencias en motivación para la lectura de textos académicos. La figura 11, exhibe la distribución de los alumnos con puntuaciones bajas y muy bajas en las nueve carreras inscritos.



Figura 10. Distribución de frecuencias de puntuaciones en MILTA de mujeres y hombres.

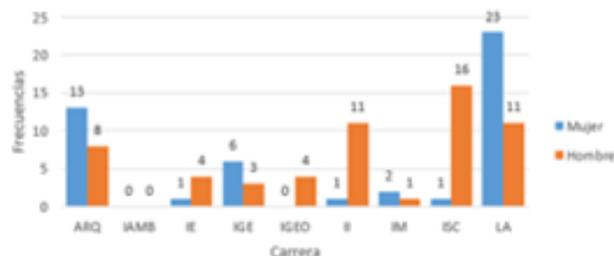


Figura 11. Distribución de frecuencias de mujeres y hombres con puntuaciones por debajo de la normal, por carrera.

4. Conclusiones

1. Se lograron los objetivos planteados. Se obtuvo un perfil de Estrategias metacognoscitivas y motivación para la lectura de los estudiantes de nuevo ingreso al ITESCA en una muestra de la cohorte 2021. La figura 14 resume el perfil obtenido con las respuestas a las cinco dimensiones del instrumento utilizado (IEMML). Lo deseable sería que las mayores frecuencias estuvieran en la línea Alto y las menores en la línea Bajo.
2. El perfil se caracteriza por la percepción de los estudiantes de fortaleza en una de las tres Estrategias



Figura 12. Perfil que muestra las frecuencias de puntuaciones Bajas, Normales y Altas en cada dimensión del instrumento (IEMML).

metacognoscitivas que explora el instrumento, esto es Estrategias de Consulta de Fuentes Adicionales (ECFA). En Estrategias de Análisis de la Lectura (EAL) y Estrategias de Identificación de ideas (EII) la mayoría están dentro del rango normal. Las principales carencias percibidas corresponden a las dos dimensiones motivacionales: Motivación intrínseca para la Lectura en General (MILG) y Motivación Intrínseca para la Lectura de Textos Académicos (MILTA).

3. La ubicación de los estudiantes por carrera de este perfil puede ser insumo para la planificación y organización de experiencias de aprendizaje tendientes a desarrollar la motivación y las estrategias metacognoscitivas que favorezcan el interés y la comprensión lectora de los estudiantes de las diversas carreras del ITESCA.

4. Este estudio es una aportación al conocimiento del estatus de los estudiantes del ITESCA, el cual ayuda a la comprensión de los procesos de aprendizaje en el nivel superior de educación.

Referencias

- [1] Jorge Guerra García, Carmen Yolanda Guevara Benitez, and Silvia Susana Robles Montijo. Validación del inventario de estrategias metacognoscitivas y motivación por la lectura (iemml) en estudiantes de psicología. *Psicogente*, 17(31):17–32, 2014.
- [2] OCDE PISA. ¿leen actualmente los estudiantes por placer? *PISA in Focus*, 8, 2011.
- [3] Neribeth Andreina Morón Arteaga. Analfabetismo funcional presente en la comprensión lectora de estudiantes universitarios. *CIENCIAMATRIA*, 1(1):57–71, 2015.
- [4] Pablo Beneitone, César Esquetini, Julia González, Maida Marty Maletá, Gabriela Siufi, and Robert Wagenaar. *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe Final-Proyecto Tuning-América Latina 2004-2007 (also published in English and Portuguese)*. Universidad de Deusto/Universidad de Groningen, 2007.
- [5] María Ángeles Echevarría Martínez, Isabel Gastón Barrenetxea, et al. Dificultades de comprensión lectora en estudiantes universitarios: Implicaciones en el diseño de programas de intervención. *Revista de Psicodidáctica*, 2000.
- [6] María Ángeles Echevarría Martínez. ¿enseñar a leer en la universidad? una intervención para mejorar la comprensión de textos complejos al comienzo de la educación superior. 2006.
- [7] Irene Muria Vila. La enseñanza de las estrategias de aprendizaje y las habilidades metacognitivas. *Perfiles educativos*, (65), 1994.
- [8] Gregory Schraw and David Moshman. Metacognitive theories. *Educational psychology review*, 7:351–371, 1995.
- [9] Ann L Brown, Joseph C Campione, and Jeanne D Day. Learning to learn: On training students to learn from texts. *Educational researcher*, 10(2):14–21, 1981.
- [10] Jorge Guerra García and Carmen Yolanda Guevara Benitez. Variables académicas, comprensión lectora, estrategias y motivación en estudiantes universitarios. *Revista electrónica de investigación educativa*, 19(2):78–90, 2017.
- [11] Øistein Anmarkrud and Ivar Bråten. Motivation for reading comprehension. *Learning and individual differences*, 19(2):252–256, 2009.
- [12] Roberto Hernández Sampieri. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México, 2018.



Internet de las cosas

B. Pablos-Lugo^{1,*}, J.L. Beltrán-Márquez¹, E.M. Espinoza², A.F. Figueroa², J.A. García²

¹Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: bpablos@itesca.edu.mx

Resumen: El objetivo de esta investigación fue Hacer un prototipo a escala de una puerta de madera que se abriera con una página web, la cual se desarrolló como parte de un sistema creado con el uso del internet de las cosas. Se diseñó el circuito en la plataforma de TinkerCad, la cual sirvió para saber cómo debía funcionar antes de ponerse en marcha, para pasar a la compra de los componentes electrónicos necesarios para construir el circuito en físico. El diseño del prototipo de la aplicación web se diseñó con la herramienta de escritorio de Balsamiq Mockups para verificar los recursos que contiene la aplicación móvil. Se compraron los componentes necesarios para la realización física y se realizó el armado para obtener el circuito, para pasar al desarrollo de la aplicación web en el framework de programación Flask. Se sincronizó del programa con el circuito electrónico y se realizaron pruebas exhaustivas para asegurar el correcto funcionamiento del prototipo.

Palabras clave: Internet de las cosas, Automatización, Seguridad de puerta.

Abstract: The objective of this research was to make a scale prototype of a wooden door that opened with a web page, which was developed as part of a system created with the use of the Internet of Things. The circuit was designed on the TinkerCad platform, which served to know how it should work before starting up, to proceed to the purchase of the electronic components necessary to build the physical circuit. The web app prototype layout was designed using the Balsamiq Mockups desktop tool to verify the assets contained in the mobile app. The necessary components for the physical realization were purchased and the assembly was carried out to obtain the circuit, to proceed to the development of the web application in the Flask programming framework. The program was synchronized with the electronic circuit and exhaustive tests were carried out to ensure the correct functioning of the prototype.

Keywords: Internet of things, automatization, Security door.

1. Introducción

En 1926, Nikola Tesla desarrolló patentes y trabajos teóricos que conformaron la base de las comunicaciones inalámbricas y de radio. Gracias a esto, en 1969 se envió el primer mensaje a través de ARPANET la cual es una red operativa origen de la Internet global. Berners-Lee [1] implementó la primera comunicación exitosa entre un cliente Hypertext Transfer Protocol (HTTP) y un servidor a través de Internet, había inventado la World Wide Web. Él mismo, un año más tarde, creó la primera página web. A partir de ese momento el desarrollo tecnológico es vertiginoso, comienza la revolución de Internet. En 1999

Kevin Asthon [2], impartió una conferencia en Procter & Gamble donde habló por primera vez del concepto de Internet de las Cosas (IoT). ‘Internet of Things’. En 2005 la agencia de las Naciones Unidas International Telecommunications Union ITU publica el primer estudio sobre el tema. A partir de ese momento IoT adquiere otro nivel [3-6].

El IoT resulta de gran interés para el público en general debido a que tiene un gran auge en este siglo ya que han existido una cantidad significativa de avances en este tema. Nos permite comunicarnos directamente con el entorno, como lo es, abrir y/o cerrar una puerta, dar instrucciones a un asistente de voz, sensores para jardín, reguladores de luz, billeteras electrónicas, entre otras.

Objetivo: Hacer un prototipo a escala de una puerta de madera que se abre con una página web, que se desarrolló como parte de un sistema creado con el uso del internet de las cosas.

Planteamiento del problema: En el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme (ITESCA), se cuenta con un problema de seguridad debido a que en las aulas es necesaria una llave para abrir y cerrar la puerta. Ello posibilita que esta llave se pueda extraviar o ser hurtada, lo cual podría entorpecer el acceso a un salón de clases o que alguna persona no autorizada puede entrar al aula.

Justificación: Con la adaptación de un sistema y aplicando el internet de las cosas se puede automatizar y mejorar la seguridad al abrir una puerta. La seguridad aumenta en un gran porcentaje debido a que solamente el personal seleccionado por la persona encargada del área tendrá acceso a la descarga de la aplicación.

También será de gran ayuda ya que con esto desaparecerá o disminuirá la necesidad de tener la llave para poder acceder al aula de clases. Esto además será más cómodo para el usuario porque ya no se verá en la necesidad de enfrentarse con problemas como el que se atasque la puerta o la llave se quede atorada en la cerradura.

Objetivo: Hacer un prototipo a escala de una puerta de madera que se abre con una página web, que se desarrolló como parte de un sistema creado con el uso del internet de las cosas.

Delimitación: Este proyecto se desarrolló en las instalaciones del ITESCA, en las asignaturas de sistemas programables y Taller de Investigación I.

2. Fundamentación teórica

2.1. Definición

El internet de las cosas es el proceso que permite conectar elementos físicos cotidianos al internet, como lo son objetos cualesquiera que podemos encontrar en nuestras casas, como bombillas de luz e incluso recursos para la atención de la salud, por ejemplo, los dispositivos biomédicos; también abarca prendas y accesorios personales inteligentes e incluso los sistemas

de las ciudades inteligentes [7-9].

La IoT describe la red de objetos físicos (“cosas”) que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet [10-12].

2.2. Funcionamiento

El IoT funciona en base a dispositivos físicos que reciben y transmiten datos a través de una red inalámbrica con una intervención humana mínima debido a la integración de dispositivos informáticos en varios objetos [8].

Si bien la idea de IoT existe desde hace mucho tiempo, una colección de avances recientes en una serie de tecnologías diferentes la ha puesto en boga [12].

Según [12] algunas características importantes en esta área son:

- **Accesibilidad:** Accede a la tecnología de sensores de bajo costo y potencia. Los sensores asequibles y fiables están haciendo posible la tecnología IoT para más fabricantes.
- **Conectividad:** Una gran cantidad de protocolos de red para Internet ha facilitado la conexión de sensores a la nube y a otras cosas para lograr una transferencia de datos eficiente.
- **Plataformas de informática en la nube:** El aumento en la disponibilidad de plataformas en la nube permite a las empresas y a los consumidores acceder a la infraestructura que necesitan para escalar sin tener que administrarlo todo.
- **Aprendizaje automático y analítico:** Con los avances en aprendizaje automático y analítico, junto con el acceso a cantidades grandes y variadas de datos almacenados en la nube, las empresas pueden recopilar información de forma más rápida y fácil. Por un lado, el surgimiento de estas tecnologías aliadas sigue traspasando los límites de IoT; por otro, los datos producidos por IoT también alimentan estas tecnologías.
- **Inteligencia artificial (IA) conversacional:** Los avances en las redes neuronales han llevado el procesamiento del lenguaje natural (PLN) a los dispositivos IoT (como los asistentes personales digitales Alexa, Cortana y Siri) y los han hecho atractivos, asequibles y viables para uso doméstico.

2.3. Importancia

En los últimos años, IoT se ha convertido en una de las tecnologías más importantes del siglo XXI. Ahora que podemos conectar objetos cotidianos como electrodomésticos, coches, termostatos, monitores de bebés a Internet, a través de dispositivos integrados, es posible una comunicación fluida entre personas, procesos y cosas. [12].

Mediante la informática de bajo costo, la nube, big data, analítica y tecnologías móviles, las cosas físicas pueden compartir y recopilar datos con una mínima intervención humana. En este mundo hiperconectado, los sistemas digitales pueden grabar, supervisar y ajustar cada interacción entre las cosas conectadas. El mundo físico y el digital van de la mano y cooperan entre sí.

2.4. Ventajas y desventajas

La IoT promete una vida de confort, pues sin salir de casa es posible hacer el pago de servicios, programar la compra de los alimentos para que lleguen a domicilio, programar el riego automático del jardín o activar la calefacción para encontrar el clima adecuado al llegar a casa, de acuerdo con Rafaela Silva, coordinadora del Campus Virtual, de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Lerma [13, 14].

La compañía CISCO Systems prevé para México que el internet de las cosas genere ganancias por hasta 1.6 billones de dólares para 2025, y que haya 184.4 millones de dispositivos conectados para 2023.

IDC México estima para este año que dicho mercado crecerá en un 25 %.

Uno de los objetivos es aprovechar el enorme potencial de mercado haciendo más fácil el manejo y empleo para aquellas personas que no están familiarizadas con el uso de las nuevas tecnologías.

El último censo poblacional realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en 2020 arroja que entre 2010 y 2020 la disponibilidad de teléfonos celulares en las viviendas creció de 65.1 a 87.5%, el internet de 21.3 a 52.1%, las computadoras o laptops de 29.4 a 37.6%, disponen de televisión 91.1% de las viviendas particulares y las líneas telefónicas fijas descendieron de 43.2 a 37.5%.

El hecho de traer un teléfono celular inteligente que suma los pasos que da una persona, descargar aplicaciones para monitorear vía remota las cámaras de seguridad instaladas en casa o adquirir asistentes virtuales –como Alexa– ya nos introduce al internet de las cosas, aunque cada vez serán más sofisticadas las tecnologías y las conexiones.

Si bien ya son una realidad en las ciudades, el reto es conectar el campo y zonas rurales.

2.5. Automatización de objetos

El sector industrial, por ejemplo, ya empezó hace unas décadas a digitalizar y automatizar procesos en una búsqueda continua de mejora de eficiencia y competitividad. Esta automatización de procesos empezó con todos aquellos procesos de fabricación que ocurrían intramuros o dentro de la fábrica, donde computadoras de proceso orquestaron máquinas conectadas y sistemas de negocio [15].

La automatización de procesos de mantenimiento de objetos conectados es solo una aplicación de las múltiples posibilidades y retos que ofrece el internet de las cosas. Si realizamos un mapa de procesos de la compañía, seguramente veremos que en casa todos los procesos tienen un impacto. En algunos casos el impacto puede ser que un proceso manual pase a ser totalmente automatizado [16].

2.6. Tinkercad

Tinkercad es un software gratuito de diseño y modelado 3D que encanta a todos por su facilidad de uso.

Permite diseñar cualquier objeto con volumen de forma intuitiva y después llevarlo a la realidad mediante una impresora 3D. Por ello hoy en día Tinkercad es la opción favorita de millones de Makers para fabricar todo tipo de objetos según sus propias ideas y en su propia casa.

La mayor ventaja de Tinkercad es que utiliza un método simplificado de geometría sólida para construir objetos. Además de ofrecer una enorme biblioteca de formas prediseñadas, el usuario puede generar cualquier objeto utilizando un sencillo editor de JavaScript.

Tinkercad fue utilizado para este proyecto debido a que se pueden simular circuitos y comprobar si tiene un correcto funcionamiento.

2.7. Balsamiq Mockups

Cuando queremos crear un proyecto nuevo, es normal que hagamos sketches, bocetos o dibujos rápidos para tener una imagen visual de cómo será nuestra interfaz. Esto nos ayuda a más adelante poder crear el proyecto lo más semejante posible a nuestro boceto en papel. Mientras lo realizamos a lápiz, hacemos cambios, tachamos, tenemos mejores ideas y estos sketches se convierten en el prototipo del proyecto final, en definitiva, en Mockups. A este proceso se le denomina Wireframing que es la creación de la estructura de una interfaz. [17]

Cuando queremos crear un proyecto nuevo, es normal que hagamos sketches, bocetos o dibujos rápidos para tener una imagen visual de cómo será nuestra interfaz. Esto nos ayuda a más adelante poder crear el proyecto lo más semejante posible a nuestro boceto en papel. Mientras lo realizamos a lápiz, hacemos cambios, tachamos, tenemos mejores ideas y estos sketches se convierten en el prototipo del proyecto final, en definitiva, en Mockups. A este proceso se le denomina Wireframing que es la creación de la estructura de una interfaz.

Una de las mejores herramientas para crear prototipos, bocetos o wireframes es Balsamiq Mockups.

2.8. Flask

Flask es un framework minimalista escrito en Python que permite crear aplicaciones web rápidamente y con un mínimo número de líneas de código. Está basado en la especificación WSGI de Werkzeug y el motor de templates Jinja2 y tiene una licencia BSD.

3. Metodología

Se trabajó en el proyecto de automatización de puertas con ayuda de internet de las cosas en la materia de sistemas programables de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales, logrando así obtener a final de semestre un prototipo que demostró el sistema y su funcionamiento. Para lograr lo anterior, la Fig. 1 muestra la secuencia de actividades desarrolladas.

Para la realización del proyecto, fue preciso investigar cuál sería el funcionamiento adecuado del circuito que cumpliera con el objetivo planteado.

Se diseñó el circuito en la plataforma de TinkerCad, la

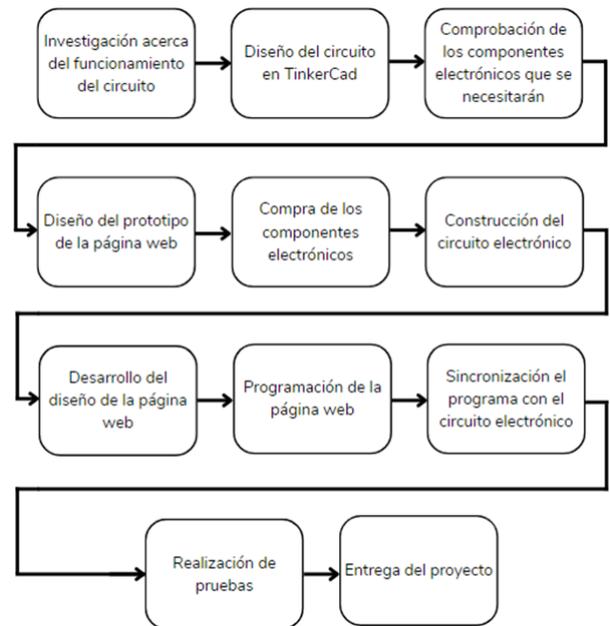


Figura 1. Metodología para este proyecto.

cual sirvió para saber cómo necesita funcionar antes de ponerlo en marcha.

Una vez diseñado el circuito, se compraron los componentes electrónicos que fueron necesarios para construir el circuito en físico.

El diseño del prototipo de la aplicación web se diseñó en la herramienta de escritorio de Balsamiq Mockups, la cual fue de ayuda para verificar los recursos que contiene la aplicación móvil que se desarrolló.

Una vez diseñado el prototipo nos permite comprar los componentes necesarios para su realización física y una vez obtenidos los componentes, se realiza el armado para obtener el circuito físico tal como se muestra en la Fig. 2.

Con ayuda del prototipo previamente diseñado, se llevó a cabo el desarrollo de la aplicación web en el framework de programación Flask, se puede observar en la Fig. 3.

Una vez realizados el circuito y la aplicación web será momento para realizar la sincronización del programa con el circuito electrónico.

Se realizaron pruebas exhaustivas para asegurar el correcto funcionamiento del prototipo, como se puede apreciar en la Fig. 4.

Una vez que todo funcionó correctamente se realiza la

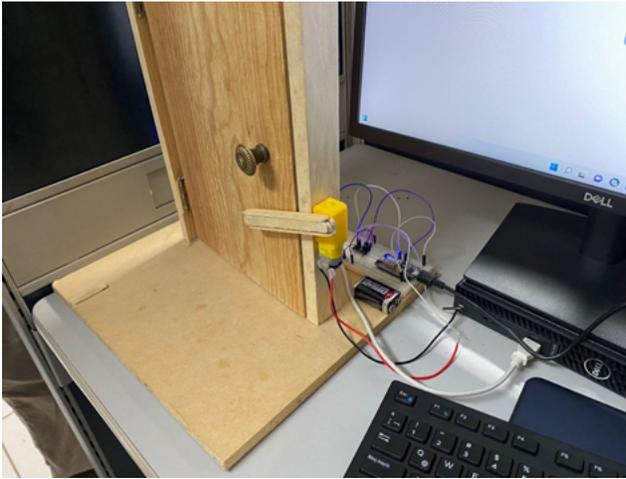


Figura 2. Puerta con circuito integrado.

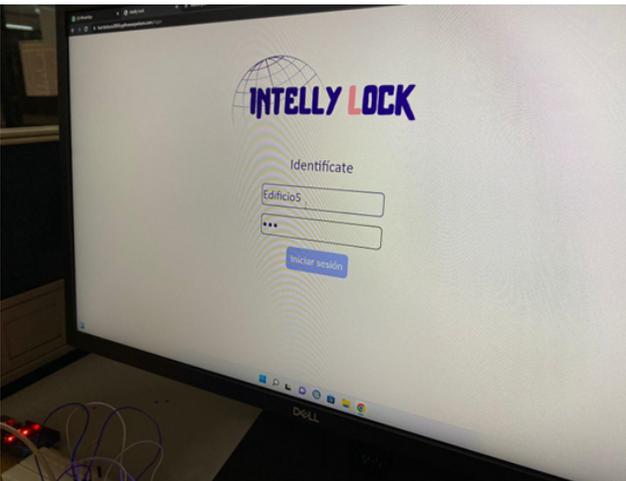


Figura 3. Usuario identificándose para ingresar al sitio web.

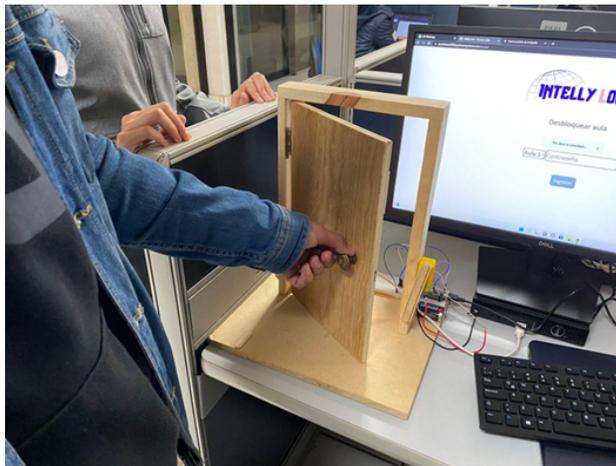


Figura 4. Puerta con circuito integrado en funcionamiento.

entrega final del proyecto, según la metodología mostrada en la Fig. 1.

4. Conclusiones

En la materia de sistemas programables la cual fue impartida por el profesor José Luis Beltrán Márquez, se logró realizar con éxito el sistema de automatización de puertas con ayuda del internet de las cosas para así ofrecer una mejora en cuanto a seguridad para la institución y también para la comodidad del usuario.

El prototipo permite al personal gestionar el acceso a la cerradura mediante una conexión inalámbrica segura. Para ello, se utiliza un nombre de usuario y una contraseña segura, los cuales se encuentran encriptados en la base de datos del servidor web donde se aloja la interfaz del sistema.

El uso de este sistema representa una mejora en cuanto a la comodidad y seguridad del usuario, pero para su correcto funcionamiento será necesario contar con una buena conexión de internet, una fuente estable de alimentación que proporcione energía constante al sistema, así como una fuente de alimentación alternativa en caso de que la primera resulte en fallo.

Referencias

- [1] Tim Berners-Lee, Robert Cailliau, Jean-François Groff, and Bernd Pollermann. World-wide web: the information universe. *Internet Research*, 2(1):52–58, 1992.
- [2] Kevin Ashton et al. That ‘internet of things’ thing. *RFID journal*, 22(7):97–114, 2009.
- [3] Dave Evans. Internet de las cosas. *Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo*. Cisco Internet Business Solutions Group-IBSG, 11(1):4–11, 2011.
- [4] Somayya Madakam, Vihar Lake, Vihar Lake, Vihar Lake, et al. Internet of things (iot): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3(05):164, 2015.
- [5] Neha Sharma, Madhavi Shamkuwar, and Inderjit Singh. The history, present and future with iot. *Internet of things and big data analytics for smart generation*, pages 27–51, 2019.
- [6] Verónica Tapia. Industria 4.0–internet de las cosas. *UTCiencia*, 1(1):51–60, 2017.
- [7] Błażej Adamczyk, Maksym Brzeczek, Marcin Michalak, Iwona Kostorz, Łukasz Wawrowski,

- Marek Hermansa, Michał Czerwiński, and Antoni Jamiołkowski. Dataset generation framework for evaluation of iot linux host-based intrusion detection systems. In *2022 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, pages 6179–6187. IEEE, 2022.
- [8] David Pitts, Bill Ball, et al. *Red Hat Linux*. Sams, 1998.
- [9] Arjan van de Ven. New security enhancements in red hat enterprise linux v. 3, update 3. *Raleigh, North Carolina, USA: Red Hat*, 2004.
- [10] Alia Al Sadawi, Mohamed S Hassan, and Malick Ndiaye. On the integration of blockchain with iot and the role of oracle in the combined system: The full picture. *IEEE Access*, 10:92532–92558, 2022.
- [11] Yujiao Liu, Rajeev Kumar, Ashutosh Tripathi, Anil Sharma, and Muskaan Rana. The application of internet of things and oracle database in the research of intelligent data management system. *Informatica*, 46(3), 2022.
- [12] Giulio Caldarelli. Overview of blockchain oracle research. *Future Internet*, 14(6):175, 2022.
- [13] Denielle Abaquita, Paritosh Bahirat, Karla A Badillo-Urquiola, and Pamela Wisniewski. Privacy norms within the internet of things using contextual integrity. In *Companion Proceedings of the 2020 ACM International Conference on Supporting Group Work*, pages 131–134, 2020.
- [14] Migdalia Yanet Pineda de Alcazar. La internet de las cosas, el big data y los nuevos problemas de la comunicación en el siglo xxi. *Mediaciones Sociales*, 17:11–24, 2018.
- [15] Oswaldo Quiñonez Muñoz. *Internet de las cosas (Iot)*. Ibukku LLC, 2019.
- [16] Manel López i Seuba. *Internet de las cosas*. Ra-Ma Editorial, 2019.
- [17] Mariana Amatullo. the most wicked problem of all: implementation. *Design for All*, pages 30–31, 2014.



Estudio de los efectos de la educación no formal en el consumismo de los habitantes del municipio de Cajeme, Sonora.

A. Arebalo-Félix^{1,*}, A.D. Aguiar-Castro², K.B. Medina-Martínez², V. Vázquez-Bórquez², J. Zamorano-Yepiz²

¹Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, División de Ingeniería Industrial, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Estudiante de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

* e-mail: aarevalo@itesca.edu.mx

Resumen: *Esta investigación realizada en el año 2022 aborda el tema del consumismo desde la perspectiva de la educación no formal en los habitantes del municipio de Cajeme, Sonora. El objetivo principal de la investigación fue identificar los efectos de la educación no formal en el consumismo. Se aplicó una metodología del tipo descriptiva, transversal y cuantitativa. El análisis se obtuvo mediante los resultados de una encuesta en línea. Se observó que, en efecto, las variables en estudio comparten una gran relación, los sujetos bajo estudio conocen acerca del consumismo, atribuyendo dicho comportamiento al sentimiento de vanguardia, la falta de educación financiera, ambiental y poca administración.*

Palabras clave: Consumismo, educación no formal, educación financiera, educación ambiental, compras, hábitos, información.

Abstract: *This research carried out in 2022 addresses the issue of consumerism from the perspective of non-formal education in the inhabitants of the municipality of Cajeme, Sonora. The main objective of the research was to identify the effects of non-formal education on consumerism. A descriptive, transversal and quantitative methodology was applied. The analysis was obtained through the results of an online survey. It was observed that, in effect, the variables under study share a great relationship, the subjects under study know about consumerism, attributing said behavior to the feeling of avant-garde, the lack of financial and environmental education and little administration.*

Keywords: Consumerism, non-formal education, financial education, environmental education, purchases, habits, information.

1. Introducción

En vista de que el consumismo se ha considerado una gran problemática a nivel global, diversos autores se han encargado de realizar estudios relacionados con este tema. Castillejo [1] comenta en su artículo Educación para el consumo que “el consumo es un fenómeno de gran peso en la vida actual de los países desarrollados y también de los que están en vías de desarrollo, sinónimo de felicidad y de estatus personal. Por todo ello el consumo merece ser objeto de la educación. En la educación

para el consumo resulta clave la implicación familia-escuela, puesto que los padres marcan las primeras pautas en este terreno, junto al contexto social y los medios de comunicación. La educación para el consumo implica información, capacidad de análisis crítica de las situaciones y sensibilidad respecto a las consecuencias del consumo desmedido, que pone en peligro la supervivencia misma del planeta. El consumo se enfrenta así con la escala de valores que la educación debe defender.”

Mientras que, Jiménez, Guerrero y González [2] explican que “la relación del ser humano con el ambiente siempre ha sido contradictoria. Por un lado, destruyendo para sobrevivir; por otro, reproduciendo o garantizando la

reproducción de seres vivos (agricultura, ganadería, zonas de prohibición de caza-pesca, etcétera), también con el propósito de vivir mejor. La conciencia sobre esa doble necesidad siempre estuvo presente. Cualquier historia ambiental del mundo muestra que las sociedades menos desarrolladas tecnológicamente sufrieron de crisis ambientales, en la mayoría de los casos por deprender recursos naturales hasta su extinción”.

Al respecto, Teruel y Tiburcio [3] desarrollaron un artículo titulado: “consumismo de ropa y contaminación de la industria textil: Una propuesta para revertirlo” que perseguía el objetivo de presentar una alternativa ante la seria problemática que supone el consumismo, tratando que sus seguidores se motivaran a reevaluar sus hábitos de compras excesivas de prendas. La investigación arrojó como resultado que, los jóvenes se han dejado llevar por el consumismo, debido a factores tales como ofertas, o simplemente por lujo, siendo el caso de la población con un nivel socioeconómico superior.

2. Fundamentación teórica

2.1. Planteamiento del problema

Por tanto, en este trabajo la pregunta de investigación es la siguiente: ¿cuáles son los efectos de la desinformación de los habitantes del municipio de Cajeme, Sonora, México sobre el consumismo y el equilibrio ambiental por sentirse a la vanguardia?

2.2. Objetivo

Identificar los efectos de la educación no formal en el consumismo en los habitantes del municipio de Cajeme, Sonora, México a través de cuestionarios digitales que proporcionen las causas que llevan a la comunidad al consumo excesivo.

2.3. Antecedentes

¿Qué es el consumismo? Bauman [4] menciona que es “el paso del consumo al consumismo como una revolución consumista. La centralidad que adquiere el consumo en la vida social, o en la mayoría de las personas del conjunto social, se da cuando su propósito pasa de ser una necesidad existencial o inmanente a una necesidad construida al querer o desear algo”.

Obsolescencia programada. Es la acción intencional que hacen los fabricantes para que los productos dejen de

servir en un tiempo determinado. Esto ocurre porque los fabricantes calculan y planifican el tiempo de vida de sus productos, con el objetivo de reducir deliberadamente su utilidad y con ello incitar a las personas a comprar uno nuevo [5].

Educación no formal. Es toda actividad educativa organizada fuera del sistema de educación formal establecido y destinada a servir a una clientela y a alcanzar unos objetivos de instrucción que pueden determinarse [6].

Educación financiera. De acuerdo con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, es el “conjunto de acciones necesarias para que la población adquiera aptitudes, habilidades y conocimientos que le permitan administrar y planear sus finanzas personales, así como usar de manera óptima los productos y servicios que ofrece el sistema financiero en beneficio de sus intereses personales, familiares, laborales, profesionales, y de su negocio”.

Crisis ambiental. “La especie humana ejerce un control creciente sobre su entorno, crea o domestica fuerzas de toda índole; se convierte en el agente decisivo de la evolución de la biosfera, y en el principal predador del planeta al que degrada hasta amenazar su propia supervivencia. La tesis fundamental es que las crisis ambientales tienen su origen en el industrialismo” [7].

Consumo sostenible. La Organización de las Naciones Unidas, define el consumo sostenible como “aquél modo de consumo de bienes y servicios que no daña el medio ambiente ni la sociedad. Afirmar que llevar un estilo de vida sostenible es de capital importancia para erradicar la pobreza y conservar y proteger el conjunto de recursos naturales del que dependen todas las formas de vida, y que la educación para el desarrollo sostenible promueve una ciudadanía responsable y lucha contra los efectos de los hábitos y estilos de consumo insostenibles sobre las sociedades y los recursos”.

3. Metodología

Tipo de estudio. El presente estudio consistió en una investigación de tipo cuantitativa, descriptiva y transversal. Cuantitativa debido al tipo de datos numéricos empleados, ya que uno de los objetivos fue analizar las respuestas para el procesamiento de la información, todo esto, en vista de que se obtuvieron datos cuantificables a partir del proceso de encuesta. Por otra parte, consistió en un estudio descriptivo debido a que

describió las características de la población a estudiar, en este caso, los hábitos consumistas. Finalmente, es de tipo transversal, ya que se llevó a cabo una sola vez; con la característica principal de que se basó en el estudio de los sujetos en su entorno real.

Población y muestra. En el Municipio de Cajeme, Sonora, México habitaban una totalidad de 436,484 ciudadanos, que fue un dato tomado del INEGI, por lo tanto, después de haber realizado los cálculos estadísticos correspondientes se llegó al resultado de que se necesitaba una muestra compuesta por 384 habitantes para llevar a cabo este estudio de manera representativa, con margen de error del 5%, y un nivel de confianza del 95%. Es importante mencionar que, el muestreo realizado fue aleatorio simple sin estratificación.

Instrumento. El cuestionario de investigación de hábitos consumistas estuvo conformado por 23 preguntas con opciones de respuesta, donde la mayoría de estas son alternativas que representan frecuencias: nunca, a veces, casi siempre y siempre. Midió 3 campos: consumismo (preguntas 4 a 16), educación ambiental (preguntas 17 a 20) y educación financiera (preguntas 21 a 23).

Procedimiento. Fue utilizada la plataforma de formulario de google para elaborar el instrumento de manera digital y enviar el enlace a los sujetos objeto de estudio del municipio de Cajeme, Sonora, los medios de distribución fueron las redes sociales y whatsapp.

4. Resultados

Las respuestas encontradas en el cuestionario indicaron que el 75% de la muestra encuestada tuvo entre 18 - 28 años de edad, el 15% edades entre 29 - 39 años, 8% entre 40 - 49 años y el 2% edades de 50 años o más, Fig. 1.

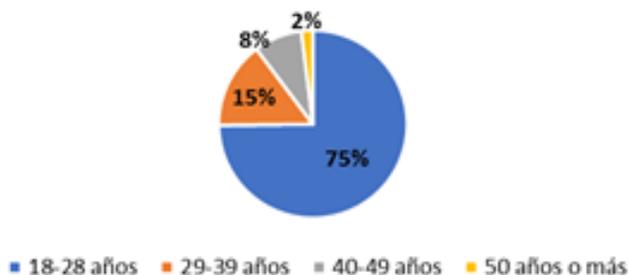


Figura 1. Distribución de la muestra por edades.

Ahora bien, al hablar del género de los encuestados, se encontró que más de la mitad de la muestra representó el

género femenino (61%) Mientras que el género masculino representó el 39% de la muestra estudiada, ver Fig. 2.

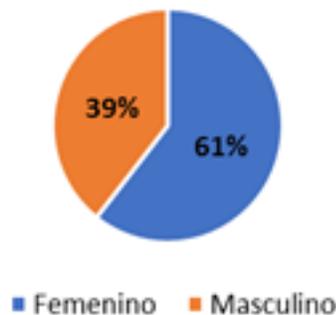


Figura 2. Género de los encuestados.

Acerca del tema consumismo, el 69% dijo sí conocer del mismo, mientras que el 22% indicó que poco y el 9% dijo no saber, Fig. 3.

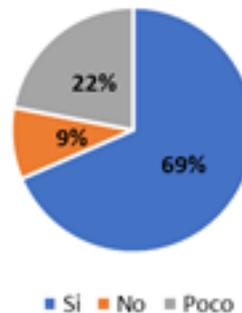


Figura 3. Conocimiento del consumismo.

Sobre los motivos de compra se encontró que por orden de prioridades lo hacen por: necesidad, enseguida aprovecha los precios bajos, por moda e innovación, compra obligatoriamente, reconocimiento de la marca, presión, a la par quedaron por escasez y vacío emocional, quedando al final la respuesta de por prestigio, ver Fig. 4.



Figura 4. Motivos de las compras.

Por otro lado, el 45% de los encuestados respondieron que han cambiado su teléfono celular al menos 2 veces en los últimos 5 años, el 32% lo han cambiado más de más de 3 veces, el 22% lo han cambiado 1 vez y solo el 1% tiene un celular con más de 5 años. Fig. 5.

De la muestra bajo estudio sólo el 4% respondieron que

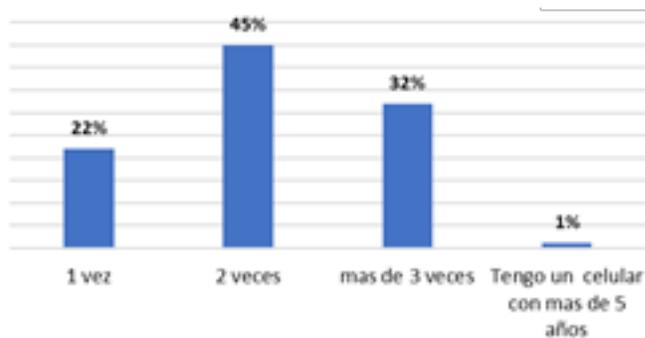


Figura 5. Cambio de teléfono celular los últimos 5 años.

cae siempre en las compras de impulso, un 67% sólo a veces, un 13% nunca cae y el 16% cae casi siempre, Fig.6.

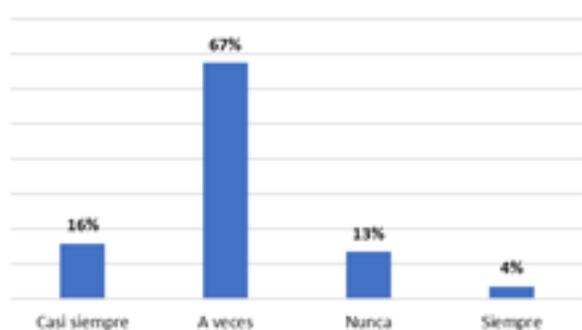


Figura 6. Compras de impulso.

Al cuestionar la compra de alimentos y abarrotes, el 40% de los encuestados respondieron que lo hacen 1 ó 2 veces por semana, el 35% de 3 a 4 veces por semana, el 14% 5 veces o más por semana y el 11% diariamente.

El 5% de los encuestados compra prendas de vestir solo una vez al año, y los que compran una o más veces por mes corresponde al 32%, el resto de los resultados se puede observar en la Fig. 7.

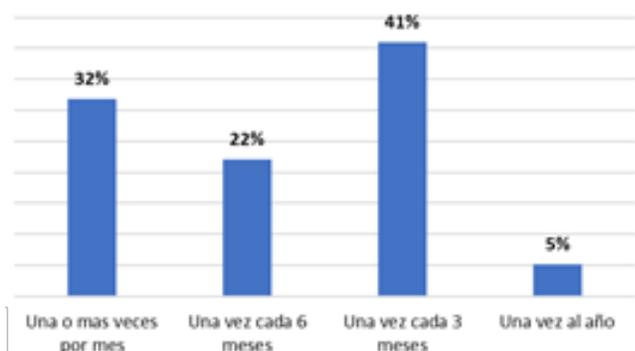


Figura 7. Compra de ropa.

Más de la mitad (57%) de los encuestados respondieron que compran productos sólo por ser de cierta marca,

mientras que el 26% nunca se deja llevar por la marca del producto.

Más de la mitad de los encuestados (54%) respondieron que sólo a veces necesitan lo que compran, mientras que el 9% realiza compras exclusivamente de lo que necesita. Casi la mitad (48%) de los encuestados respondieron que a veces se quedan sin dinero por realizar compras innecesarias, el 2% que siempre, el 13% casi siempre y el 37% nunca.

El 46% de los encuestados respondieron que los hábitos de consumo deben fomentarse en el hogar, el 23% respondió que debe ser en educación básica, el 16% que en educación media superior y con un 14% que en educación superior. Se toma en cuenta que en esta pregunta se podía elegir más de una opción. El 37% de los encuestados respondieron que a veces consideran que la falta de buenos hábitos influye en el ser consumista, el 28% casi siempre, el 19% siempre, el 10% solo algunas veces y sólo el 6% que nunca.

El 67% de los encuestados se consideraó consumista sólo a veces, el 14% nunca lo es, otro 14% casi siempre y sólo el 5% lo es siempre.

Los encuestados casi en su mayoría (47%) revisan sólo ocasionalmente los sellos de calidad y certificaciones ecológicas el 26% no lo revisa, el 18% sí lo hace y el 8% no sabía que existían.

Cuando los encuestados ya no necesitan algún producto respondieron más de la mitad (56%) de ellos que lo regalan, el 14% no hace nada con ellos, otro 14% lo vende, un 13% lo recicla y un 4% hace otras cosas con él.

El 69% de los encuestados ha adquirido productos de segunda mano, el 22% lo han pensado, pero no lo han hecho y el 9% no lo hacen porque no se siente cómodo con esta alternativa.

Por otro lado, el 37% de los encuestados respondieron que el consumismo afecta siempre en la crisis ambiental, el 30% opina que a veces, el 26% que casi siempre y el 7% que nunca.

Sobre la educación financiera, el 41% de los encuestados realiza a veces compras en proporción a sus ingresos, el 32% respondieron casi siempre, el 22% siempre y el 6% nunca. El 46% de los encuestados realizan a veces un desglose de los gastos realizados de la semana, un 23% nunca lo hacen, un 18% casi siempre y solo el 13% siempre. El 55% de los encuestados recibieron poca

educación financiera en su hogar, mientras que el 25 % recibió mucha y el 20 % nada.

5. Conclusiones

Finalmente, al analizar que los productos que más adquieren las personas, tanto hombres como mujeres, por ser indispensables son los alimentos y la prendas de vestir, también se advierte que las tendencias juegan un gran papel a la hora de comprar, porque aunque sea cierto que los alimentos y la ropa son algo básico, las personas optan por lo que está de moda o sea novedoso, por considerarlo importante al ser adquiridos por todos quienes conoce, o simplemente porque es una marca muy prestigiosa.

Además, se puede destacar que el encuestado conoce sobre el consumismo, sin embargo, esto no le genera preocupación al ser un frecuente participante en los procesos de compra de artículos no necesarios, agotando en repetidas ocasiones su capital, lo cual, según los resultados obtenidos, atribuye a la ausencia o baja educación financiera recibida en su hogar.

Así, se confirma lo comentado por Martín [8], “la educación acerca del consumismo es una tarea que corresponde sea desarrollada tanto en el entorno familiar como en el escolar para asegurar el buen desempeño y control de las acciones consumistas”. Por lo tanto, la falta de educación financiera, ambiental y de consumo en los hogares Cajemenses ha sido responsable de la ausencia de buenos hábitos de consumo, y las pérdidas económicas que éstas implican, además de su colaboración con el impacto ambiental.

Como se puede extraer y comprobar de trabajos previos, como lo menciona Castillejo [1] en el artículo Educación para el consumo “los hábitos de consumo se pueden entender como un proceso del desarrollo personal que se manifiestan en los contextos de crianza, los cuales aportan conocimientos y convicciones acerca del consumo; ya sea de manera directa o indirecta”.

De este modo, el consumo sustentable necesita ser incorporado como una actitud diaria, al modo de elegir y utilizar lo que se adquiere sobre la base de ciertos criterios, como la historia del producto, etiquetas ecológicas, entre otras cuestiones. Este mecanismo es un ejercicio de reflexión, que, formando un pensamiento crítico, permite tomar conciencia frente al consumo, formándose como un consumidor activo, responsable e informado.

Así que, se cree necesario promover acciones desde casa o intermedias que permitan el conocimiento de las relaciones entre la educación no formal y las consecuencias relacionadas con el consumismo, falta de educación financiera y ambiental, para así mismo, trabajar en la construcción de hábitos de consumo manejándolo con responsabilidad.

Referencias

- [1] José Luis Castillejo, AJ Colom, P M^a Alonso Pérez-Geta, T Rodríguez Neira, J Sarramona, JM Touriñán, and G Vázquez. Educación para el consumo. *Educación XXI*, 14(1):35–58, 2011.
- [2] Roberto Jiménez-Vargas, Paula Lourdes Guerrero-Rodríguez, and Jesús Arturo González-Romo. Hacia una estrategia integral de la administración pública para las ciudades eficientes y sustentables: retos y oportunidades de guadalajara y puerto vallarta, jalisco. *Ciencias Administrativas. Teoría y Praxis*, 11(1), 2015.
- [3] Dario García Teruel Cuetara and Carmen Tiburcio García. Consumismo de ropa y contaminación de la industria textil: una propuesta para revertirlo. *DIS*, 2(9):1–24, 2021.
- [4] Zygmunt Bauman. *Alone again: Ethics after certainty*. Number 9. Demos, 1994.
- [5] Procuraduría Federal del Consumidor. Obsolescencia programada: diseñados para morir. *Recuperado en: <https://www.gob.mx/profeco/es/articulos/obsolescenciaprogramada-disenados-para-morir>*, 2019.
- [6] Oleksiy Davydov and Mariya Zinchenko. The”winged foreland.”abrasion-accumulative systems. *Publishing House “Baltija Publishing”*, 2019.
- [7] Marcos Kaplan. La crisis ambiental: análisis y alternativas. *publicación en línea. Disponible en: <http://www.bibliojuridica.org/libros/1/141/4.pdf>*, 1998.
- [8] Miguel Martín-Sánchez, Laura Casares-Ávila, and Jorge Cáceres-Muñoz. Educación para el consumo sostenible desde la pedagogía crítica. *Educação e Pesquisa*, 47, 2021.



Predicción de diabetes en personas mediante aprendizaje de red neuronal.

J.M. Félix-Bórquez¹, J.J. Fuentes-Leylim¹, F. Muñoz-Beltrán^{2,*}, A. Ramirez-Treviño², F.J. Ochoa-Estrella²

¹Estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: fmunoz@itesca.edu.mx

Resumen: *En México, la diabetes es un padecimiento muy común, al grado que ocupa el décimo lugar a nivel mundial en porcentaje de población con esta enfermedad, además de ocupar el segundo lugar en obesidad infantil. La diabetes es una enfermedad crónica en la que el cuerpo tiene dificultad en transformar los alimentos en energía. Como una primera aproximación, en este trabajo se muestra el diseño de una red neuronal con la finalidad de detectar la probabilidad de desarrollar diabetes tipo II en los próximos 5 años, usando como referencia los datos proporcionados por la web machine learning de UCI repositorio (pima-indians-diabetes).*

Palabras clave: Diabetes, Neuronal, Prevención.

Abstract: *In Mexico, diabetes is a very common disease, to the extent that it ranks tenth worldwide in the population with diabetes, in addition to ranking second in childhood obesity, diabetes is a chronic disease in which the body has difficulty in transform food into energy. As an exercise, this work designs a neural network to detect the probability of developing diabetes in 5 years, using as reference the data provided by the UCI web machine learning repository (pima-indians-diabetes).*

Keywords: Diabetes, Neural, Prevention.

En este trabajo se desarrolla, mediante uso de redes neuronales, una forma de predecir el porcentaje de adquirir diabetes tipo II en un lapso de 5 años a futuro.

1. Introducción

La diabetes es un tema de gran preocupación en México, pues actualmente se ocupa el décimo lugar a nivel mundial en cuanto a esta enfermedad que deteriora el cuerpo humano de manera exponencial siempre y cuando no se tenga un cuidado apropiado de la misma [1-3].

Para esta condición existe una posibilidad de detección temprana mediante pruebas en los embarazos para las mujeres, presión arterial diastólica, concentración de glucosa en plasma de 2 horas, prueba oral de tolerancia a la glucosa, grosos y pliegue de la piel del tríceps en mm, insulina sérica de 2 horas, índice de masa corporal, la función de pedigrí de diabetes (hereditaria) y la edad.

Antecedentes: Para confirmar un diagnóstico de diabetes tipo II, anteriormente se tenían que hacer pruebas de sangre, las cuales indican si hay un índice de glucosa mayor al promedio en un periodo de 5 días. En la actualidad se puede realizar una predicción con mayor precisión haciendo uso de software mediante parámetros que pueden ser otorgados por el paciente sin ningún problema [4].

En México se realizó una prueba utilizando una muestra de 3195 pacientes, con algún padecimiento crónico degenerativo de los centros de Salud en la Ciudad de México, analizando la glucosa en ayunas de cada uno de ellos y mediante ello, se hace una predicción a 4.5 años [5].

En la Fig. 1, se observa como es una prueba de glucosa en sangre con glucómetro manual.



Figura 1. Prueba de diabetes con glucómetro normal.

Objetivo: Realizar un programa mediante redes neuronales capaz de hacer una predicción a 5 años con la finalidad de determinar el porcentaje de probabilidad de adquirir diabetes. Esto se lleva a cabo evaluando diferentes parámetros que afectan directamente en el desarrollo de esta enfermedad.

2. Marco Teórico

Mediante un código que engloba una red neuronal multicapa de 2 capas ocultas, una capa de entrada y una neurona en la salida, se hace uso de una corrida hacia enfrente con el fin de calcular los errores y el error cuadrático medio. Seguido de ello se hace una corrida hacia atrás para ajustar los pesos para las neuronas en las capas ocultas.

Así con respecto a parámetros dados en las entradas, se puede calcular el porcentaje o probabilidad de adquirir diabetes en un lapso de 5 años.

2.1. Red Neuronal

Una red neuronal es un modelo creado al organizar operaciones en una estructura específica. La forma más común de representar la estructura de una red neuronal es usar capas creadas secuencialmente por neuronas (bloques, bloques o neuronas). Cada neurona realiza una operación sencilla y está conectada a las neuronas de la capa anterior y siguiente mediante pesos que regulan la información que se transmite de una neurona a otra [6,7].

Como puede ver en la Fig. 2, la estructura de la red neuronal consta de valores de entrada, así como la entrada que puede provenir de varias neuronas conectadas por conexiones influenciadas por los pesos cambiará a medida que se entrena el proceso. sistema. Le siguen una o más capas ocultas de varias neuronas que interactúan entre la capa anterior y la siguiente para aprender.

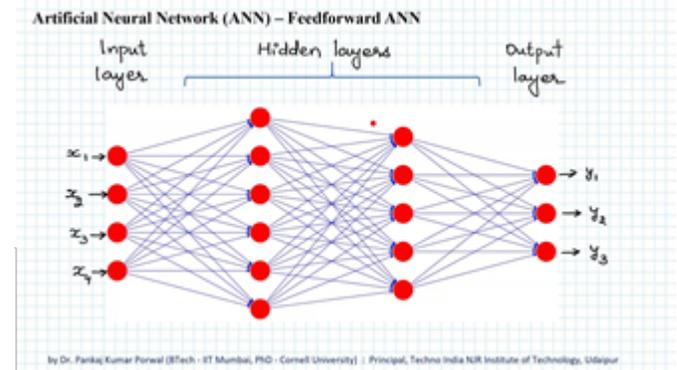


Figura 2. Estructura de red neuronal multicapa.

2.2. Perceptrón

El Perceptrón es la red neuronal de aprendizaje supervisado más simple que existe y data de la década de 1950 [8].

La operación del perceptrón es muy simple, solo lee los valores de entrada, suma todas las entradas por algún peso y el resultado se alimenta a una función de activación para producir el resultado final. Entrenar el Perceptrón no es más que determinar los pesos y umbrales sinápticos en los que la entrada coincide mejor con la salida. Se lleva a cabo un proceso de adaptación para definir estas variables [9,10].

El proceso comienza con valores aleatorios y estos se van modificando según la diferencia entre los valores deseados y los valores calculados por la red. Solo puede representar funciones lineales porque no tiene capas ocultas como un perceptrón multicapa. En la Fig. 3 se puede observar la estructura de un perceptrón.

2.3. Adaline

La Red Adaline fue desarrollada en la década de 1960 por Bernard Widrow y su estudiante Marcian Hoff en la Universidad de Stanford [8]. ADALINE proviene del elemento lineal adaptativo, pero antes de esta denominación, esta red ha sufrido un cambio, pues originalmente se denominaba Adaptive Linear Neural

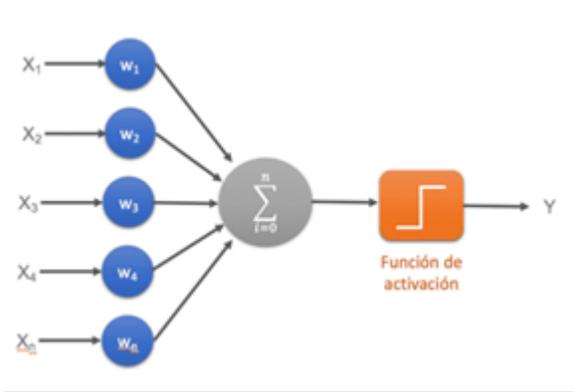


Figura 3. Estructura de perceptrón simple.

(Neurona Lineal Adaptativa), este cambio se da porque la red Adaline es un dispositivo que consta de un procesador elemento, por lo que técnicamente no se considera una red neuronal.

Las redes ADALINE son redes muy similares a los perceptrones excepto que su función de activación es lineal en lugar de tener un limitador fuerte como los perceptrones, se comportan como perceptrones en los tipos de problemas que pueden resolver porque las dos redes solo pueden resolver problemas linealmente separables (Véase Fig. 4).

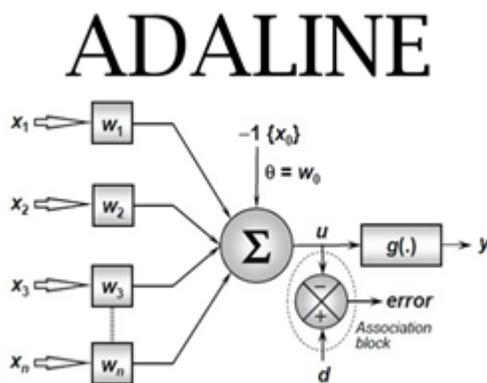


Figura 4. Estructura de una red adaline simple.

La diabetes es una enfermedad que ocurre cuando el azúcar en la sangre o los niveles de azúcar en la sangre son demasiado altos. El azúcar en la sangre es la principal fuente de energía que se obtiene de los alimentos. La insulina es una hormona producida por el páncreas que ayuda a que la glucosa de los alimentos ingrese a las células y se use como energía. A veces, el cuerpo no produce suficiente insulina, o no la produce en absoluto, o no la usa adecuadamente, y la glucosa se queda en la sangre y no llega a las células [2].

La diabetes es una de las principales causas de muerte

en las personas alrededor del mundo porque si no se controla adecuadamente, no se produce o se toma de manera inadecuada, eventualmente afectará muchos órganos, como los ojos, causando pérdida de la visión. La coagulación de la sangre es más difícil de realizar, por lo que el paciente puede sangrar o gangrenarse y tener que amputar la extremidad. Por ello, el hecho de que pueda predecirse con mayor precisión permite un control más estricto y mejor de quienes pueden verse afectados por la enfermedad, aunque puedan evitarla [11-13].

En la Fig. 5 se observa un efecto sobre la piel en las personas que puede causar la diabetes, haciendo aparecer manchas e incluso heridas más profundas que deben ser tratadas a la brevedad.

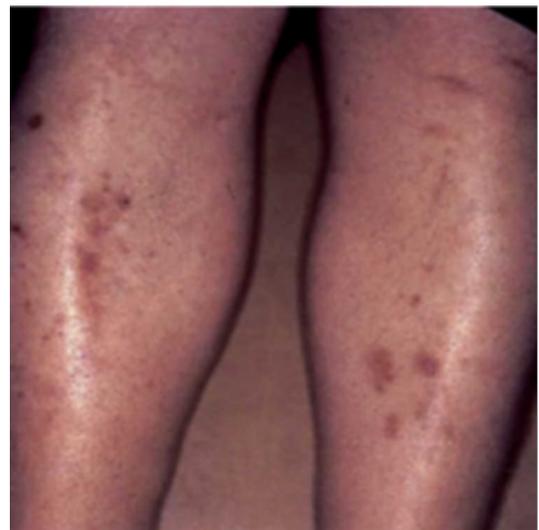


Figura 5. Lesiones en piel de piernas por diabetes.

3. Desarrollo

Para programar la red neuronal primero se crea una clase llamada "RedNeuronal" en ella se define la cantidad de entradas, las capas ocultas, la cantidad de neuronas en cada capa oculta y por último se establece la cantidad de salida. Se realiza una matriz de pesos con el tamaño determinado de neuronas en la capa anterior y la siguiente inicializándolos con un valor entre el 0 y el 1 (véase Fig. 6).

Se crea la función avanzar, con la que se multiplican los valores de las entradas con la siguiente capa y después se guardan en otra matriz y se les aplica la función de activación. En este caso se usó la función sigmoide, así se continúa hasta llegar a la salida donde se dará una

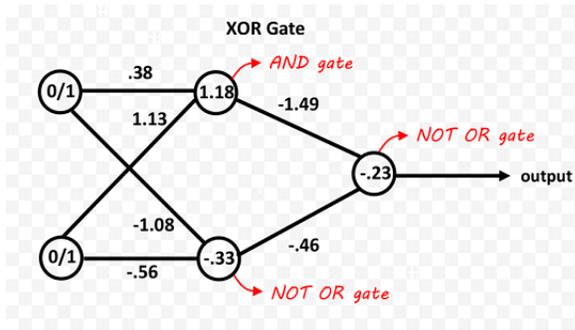


Figura 6. Entradas de red XOR.

predicción en relación a las entradas.

Después se define la función de coste, con la cual se hará una resta de la salida deseada y la que se obtuvo después de elevar al cuadrado y multiplicar por el valor de 0.5. Este procedimiento se observa en la Fig. 7, el código realizado muestra el procedimiento de la unión de las neuronas, aquí se puede observar que existen 80 pesos pertenecientes a la matriz W_1 , 40 a la matriz de W_2 y 4 a la W_3 .

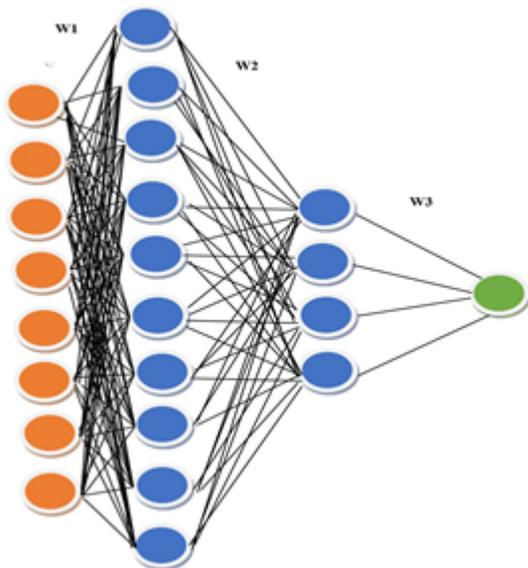


Figura 7. Estructura de la red neuronal con 8 entradas, dos capas ocultas y una salida.

A partir de ahí estas salidas se utilizan para obtener las deltas empleadas en la modificación de los pesos que se proporcionarán en la retro propagación multiplicando las deltas y las capas de los pesos que se usaron al avanzar.

Posteriormente se hace una función que guarda los datos de los pesos anteriores para guardarlos todos en una lista con la finalidad de manejar los datos de una forma más fácil.

Acto seguido, se agregan los nuevos pesos a la matriz, usando para esto la lista de parámetros, también se tiene la matriz de las derivadas para el cálculo de los gradientes.

Después se crea el objeto llamado entrenador, donde se llaman las funciones creadas para la red neuronal, con esto se procede al entrenamiento de la red neuronal. A continuación se configuran las opciones de los procesos de optimización, el número de iteraciones(maximer) y si se informará por pantalla el proceso(dis), minimize es la función que permite minimizar el valor de los costos obtenidos en la red, para poder realizar esto es necesario entregarle una función que actualice los valores de los nuevos pesos, convirtiendo esta información nuevamente a matrices y repite el proceso con la finalidad de obtener el costo de estos nuevos pesos.

4. Resultados

Para terminar, se crea el objeto, se ingresan las entradas y salidas deseadas para posteriormente entrenar la red, con lo cual es posible imprimir los pesos obtenidos al final (mostrados en la Fig. 8). Los cuales, al ser una red neuronal de 2 capas ocultas, consistirá de 3 diferentes conjuntos de pesos.

```

pesos de W1
[[ -0.91011834  -0.91443838  -13.63502114  -1.19528147  11.58044642
  6.27425997  1.0191552  2.45069249  0.12708444  2.70975899]
 [ -2.86870205  10.35057565  5.97369531 -16.14679662  10.08070868
  15.00812386  -6.11756468  6.43430066  -2.84423801  -5.6957781 ]
 [ 14.10286844  -4.80747507  -2.33875592  7.88768453  -16.21607205
 -13.86597573  18.03446948  -5.35869657  9.35936912  5.0727933 ]
 [ -3.75755811  1.3771046  2.72346701  -0.19881327  0.31874008
 -3.860332  0.54055877  -8.04331102  -4.8854759  -0.9714489 ]
 [ 2.86164033  4.53572605  22.001051  -19.54768469  4.94000922
 -0.5593494  0.19248042  0.86735233  2.81125455  0.82098584]
 [ -2.20242906  -1.34536521  -9.25432339  -15.68215692  14.81532456
  10.34233318  7.09817256  -0.46650564  -6.47944523  3.62842881]
 [ 0.74472641  0.65227549  -0.93071458  -0.06405281  0.91449617
  0.82891803  -0.1178519  0.52570668  0.77037595  0.4262415 ]
 [ 11.50575434  -0.55513624  3.29324685  7.05359946  -3.93894059
  4.19455091  -5.75019909  1.0810686  7.5056477  -2.99998119]]

pesos de W2
[[ 5.96452673e+00  -2.44288526e+00  3.01444259e+00  5.59358944e-01]
 [-4.50548875e+00  1.41970422e+00  2.00454888e+00  8.97635872e-01]
 [-1.67912226e+01  9.23558011e-01  3.07183460e+00  1.03029452e+00]
 [-4.17287139e+00  1.63130792e+00  2.24952767e+00  -2.30229403e-01]
 [ 1.67171412e+01  1.63738552e+00  2.25430706e+00  5.86720024e-01]
 [ 8.37412136e+00  1.01658082e+00  2.83766950e+00  8.91531687e-01]
 [-4.94962445e+00  -4.97081260e-01  2.78588923e+00  3.11629747e-01]
 [-9.31225843e+00  1.15086727e+00  2.54812000e+00  3.16321889e-02]
 [ 3.67044564e+00  -2.92824218e+00  2.77360083e+00  9.47226348e-03]
 [-5.15655578e+00  5.58689067e-02  3.16864420e+00  7.68956628e-01]]

pesos de W3
[[ 17.08480082]
 [-7.95895177]
 [-6.12203568]
 [ 3.95174454]]

```

Figura 8. Últimos pesos obtenidos en el último recorrido.

Aquí se puede observar el descenso de la función de costo (como se observa en la Fig. 9). Después se ingresan datos para la verificación de la red de datos que no se usaron en el entrenamiento, pero que a su vez sirven para verificar

si la red aprendió a calcular, en este caso, la probabilidad de tener diabetes en 5 años.

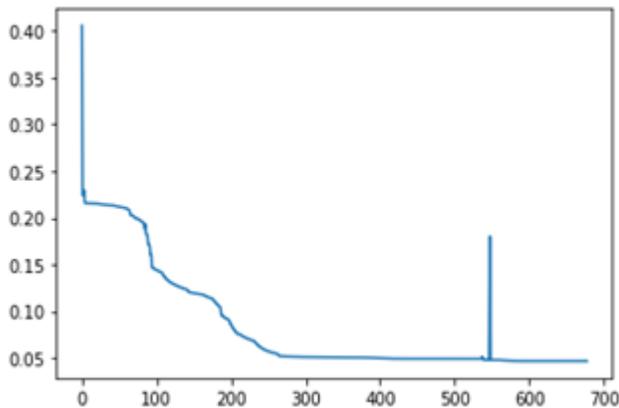


Figura 9. Gráfica de la función de costo.

Al enviarle datos de verificación se observa que en porcentajes pequeños suele fallar y enviarlo directamente a 0, dado que solo se usaron 30 datos para el entrenamiento las predicciones fallan en estos casos. (Véase Fig. 10) Al usar más datos se podría corregir este error. De igual manera, se pueden graficar de cierta manera para tener una mejor visibilidad de como se comportaría esta predicción, Fig. 11.

```
array([[89], 89
       [ 0], 05
       [91], 90
       [91], 92
       [80], 81
       [ 0], 03
       [91], 91
       [ 0]]) 06
```

Figura 10. Predicciones y salidas deseadas en la verificación.

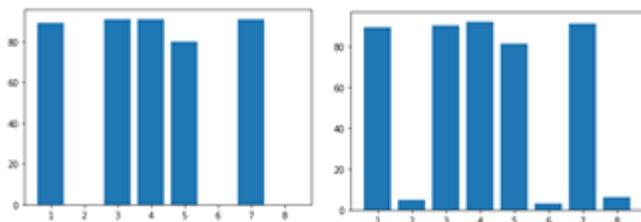


Figura 11. Validación de datos de predicción.

5. Conclusiones

Esta red neuronal puede predecir eficientemente si es una probabilidad alta o baja de contraer diabetes en los próximos 5 años, pero sería ideal usar una mayor

cantidad de datos para el entrenamiento y así disminuir las situaciones donde la red neuronal reduce a cero la probabilidad cuando esta es baja. Cabe aclarar que, aunque esta base de datos era solo de las mujeres de los indios pami, no existe algún dato que se tomara en cuenta que descarte de que pueda hacer una predicción a una mujer de cualquier comunidad.

Referencias

- [1] Ana Basto-Abreu, Tonatiuh Barrientos-Gutiérrez, Rosalba Rojas-Martínez, Carlos A Aguilar-Salinas, Nancy López-Olmedo, Vanessa De la Cruz-Góngora, Juan Rivera-Dommarco, Teresa Shamah-Levy, Martín Romero-Martínez, Simón Barquera, et al. Prevalencia de diabetes y descontrol glucémico en México: resultados de la ENSANUT 2016. *Ealud Pública de México*, 62:50–59, 2022.
- [2] Alfonso Claudio Hernández-Romieu, Alejandro Elnecavé-Olaiz, Nidia Huerta-Urbe, and Nancy Reynoso-Noverón. Análisis de una encuesta poblacional para determinar los factores asociados al control de la diabetes mellitus en México. *Salud pública de México*, 53(1):34–39, 2011.
- [3] Omar Y Bello-Chavolla, Rosalba Rojas-Martínez, Carlos A Aguilar-Salinas, and Mauricio Hernández-Avila. Epidemiology of diabetes mellitus in Mexico. *Nutrition reviews*, 75(suppl.1):4–12, 2017.
- [4] Carolina Campos Muñiz, Plácido Enrique León-García, Alejandra Serrato Díaz, and Elizabeth Hernández-Pérez. Predicción de diabetes mellitus basada en el índice triglicéridos y glucosa. *Medicina Clínica*, 160(6):231–236, 2023.
- [5] Sahir Omar Burciaga Sosa, Beatriz A Olivares Zepahua, and Giner Alor Hernández. Desarrollo de una aplicación web para predecir la aparición de complicaciones en pacientes con diabetes tipo ii. *Advances in Artificial Intelligence and its Intelligent Applications*, page 109.
- [6] Hervé Abdi, Dominique Valentin, and Betty Edelman. *Neural networks*. Number 124. Sage, 1999.
- [7] AD Dongare, RR Kharde, Amit D Kachare, et al. Introduction to artificial neural network. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 2(1):189–194, 2012.

- [8] Bernard Widrow and Michael A Lehr. 30 years of adaptive neural networks: perceptron, madaline, and backpropagation. *Proceedings of the IEEE*, 78(9):1415–1442, 1990.
- [9] Marvin Minsky and Seymour A Papert. *Perceptrons, reissue of the 1988 expanded edition with a new foreword by Léon Bottou: an introduction to computational geometry*. MIT press, 2017.
- [10] Eric B Baum. On the capabilities of multilayer perceptrons. *Journal of complexity*, 4(3):193–215, 1988.
- [11] Emerging Risk Factors Collaboration. Diabetes mellitus, fasting glucose, and risk of cause-specific death. *New England Journal of Medicine*, 364(9):829–841, 2011.
- [12] Baiju R Shah and Janet E Hux. Quantifying the risk of infectious diseases for people with diabetes. *Diabetes care*, 26(2):510–513, 2003.
- [13] Gojka Roglic. Who global report on diabetes: A summary. *International Journal of Noncommunicable Diseases*, 1(1):3–8, 2016.



Control difuso de ruido para cafetería

J.J. Fuentes-Leylim¹, J.M. Félix-Bórquez¹, F. Muñoz-Beltrán^{2,*}, J.E. Ruelas-Ruiz², J.G. Castro-Lugo²

¹Estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: fmunoz@itesca.edu.mx

Resumen: El control de ruido en espacios cerrados como lo son las cafeterías es una importante cuestión que ha ido tomando mucha importancia con el paso del tiempo y el crecimiento de las mismas. La contaminación auditiva ya sea por voces excesivas o por factores externos (vehículos, viento, animales), afecta directamente el ambiente musical que puede haber dentro del mismo, haciendo que las conversaciones sean más incómodas de efectuar. El presente trabajo busca implementar, primeramente, de manera teórica, una solución aplicando lógica difusa para ajustar el volumen de la música dependiendo de la hora del día y el nivel de ruido que puede existir dentro de la zona a instalar este sistema de control.

Palabras clave: Control, Ruido, Lógica Difusa.

Abstract: Noise control in closed spaces such as cafeterias is an important issue that has become very important over time and with their growth. Hearing pollution, whether due to excessive voices or external factors (vehicles, wind, animals), directly affects the musical environment that may exist within it, making conversations more uncomfortable to carry out. The present work seeks to implement, firstly, theoretically, a solution applying fuzzy logic to adjust the volume of the music depending on the time of day and the noise level that may exist within the area to install this control system.

Keywords: Control, Noise, Fuzzy Logic.

1. Introducción

El incremento en la apertura de negocios denominados cafeterías ha sido de manera exponencial en los últimos años, donde se condidera a estos espacios como sitios propicios donde las personas pueden ir a tener sus reuniones, relajarse o solo tomar un café. El ambiente que hay en las mismas es especial para realizar cada actividad antes mencionada, pues es un lugar tranquilo en gran parte del día y mantienen un volumen de música adecuado cuando se hay pocas personas en su interior.

Como se puede observar en la Fig. 1, las cafeterías pueden llegar a llenarse así que se puede modificar el volumen de la música que puedan llegar a entonar para que el ambiente no se vuelva pesado y se mantengan las conversaciones de manera correcta.



Figura 1. Cafetería concurrida.

Antecedentes: Cuando se asiste ya sea a un restaurante, un bar o una cafetería, en muchas ocasiones se puede quejar por el nivel de ruido que se puede tener, ya sea por parte de los otros comensales, el nivel de sonido de la música o factores externos. Ocasionalmente es complicado el mantener una conversación [1-3].

Un ambiente demasiado silencioso también suele ser perjudicial para estos espacios, pues se teme a que las conversaciones puedan ser escuchadas por terceros, ocasionando incomodidad y aún más silencio que lleva a tener una situación no recomendable o no la deseada para

este tipo de giro.

Cuando se trataba de controlar el ruido del ambiente, solo se hacía de manera manual, sin llegar a ser preciso y teniendo muchas fallas con respecto a lo que se quería llegar, por ende, se podría llegar a incomodar las personas queriendo irse del lugar lo más pronto posible para relajarse en algún otro que pudiese satisfacer la necesidad del lugar agradable tanto a la vista como al oído y por supuesto, al sabor [4].

Anteriormente no se han observado trabajos más allá de proyectos escolares sobre la implementación de lógica difusa en espacios de convivencia cerrados, ya sea cafetería, restaurantes, gimnasios, etc. Comúnmente, se utiliza este sistema de control para medir y controlar vibraciones en motores, obteniendo sus modelos cinemáticos con la finalidad de poder controlar algunos parámetros de los mismos [5, 6].

Objetivo: Diseñar, mediante lógica difusa, un control de ruido haciendo uso de varias reglas fuzzy y sensores adecuados para la nivelación del sonido.

2. Marco Teórico

Mediante un sensor de ruido y obteniendo datos sobre las horas concurridas de una cafetería/restaurante, se puede generar un control haciendo uso de los decibelios que pueda ocasionar los ruidos de las personas o exteriores.

2.1. Sensores de Ruido

Un sensor de ruido, se trata de un dispositivo capaz de convertir ondas de sonido en señales eléctricas, las cuales pueden ser leídas mediante un receptor de señal, el cual puede ser una placa de desarrollo que tiene incorporado un microcontrolador.

Normalmente este tipo de sensores incorporan en su diseño un micrófono que suele ser de lectura analógica, puede ser de tipo condensador o incorporado a una placa con circuitos ya integrados para hacer sus conexiones más fáciles, Fig. 2.

2.2. Lógica Difusa

La lógica difusa resulta ser una disciplina de las matemáticas encargada de utilizar expresiones que tienen un cierto porcentaje de validez, es decir, no son 100% ciertas ni falsas. Es un tipo de lógica que se aplica a



Figura 2. En la parte izquierda se muestra el micrófono de condensador, y en la derecha el sensor acústico de alta sensibilidad, donde se puede observar el micrófono como componente.

conceptos que oscilan entre el 0 y 100% de grado de pertenencia dentro de parámetros dados de acuerdo al tipo de sistema que se analice [7, 8].

La lógica difusa fue propuesta inicialmente por el profesor Lotfi Zadeh, matemático de la Universidad de California, Berkeley, en 1965 cuando publicó un documento titulado “Fuzzy Sets” en la revista *Information and Control* [9].

En esta disciplina se han planteado una gran cantidad de teorías alrededor de la misma, teniendo una amplia gama de aplicaciones en cuanto a sistemas de control. Con esta herramienta se logra incorporar sentencias de lenguaje cotidiano para la interpretación del estado de las variables deseadas por quien realiza las operaciones. Para realizar este proceso, se proponen algunos conjuntos difusos que, mediante reglas a los que se someten, deducen como se debe actuar mediante las entradas a las variables de estado deseadas [10–13].

Conjuntos difusos: Un conjunto difuso es la clasificación de objetos con un grado de membresía. Se caracteriza mediante una función de membresía la cual es capaz de asignar a cada elemento analizado un grado de pertenencia del rango de cero a uno. Y se representa de la siguiente forma: Sea $X = \{x\}$ un conjunto representado por x . Posteriormente un grupo difuso A en X representa un conjunto de pares ordenados:

$$A = (x, \mu_A(x)), \quad x \in X \quad (1)$$

En concepto, los conjuntos difusos todos los elementos en los que el razonamiento humano puede imaginar, pueden ser etiquetados de manera cualitativa, las cuales pueden llegar a ser modelos en un lenguaje matemático.

Función de membresía: Las funciones de pertenencia son una técnica utilizada para representar conjuntos difusos de tal manera que a cada punto en el espacio se le asigna un valor o grado de pertenencia al conjunto, definiendo así el propio conjunto. Así $(x, \mu_A(x))$

representa la pertenencia de x en A y tiene un límite con valores de 0 a 1, donde 0 es el valor mínimo y 1 es el valor más alto. Obsérvese el contraste con la teoría clásica o de conjuntos discretos, donde $(x, \mu_A(x))$ solo puede ser 1, lo que indica que x pertenece a A o es 0. Las funciones de pertenencia se clasifican según su forma geométrica, siendo las más utilizadas las siguientes: triángulo, trapecio, gaussiano y sigmoideal se muestran en la Fig. 3.

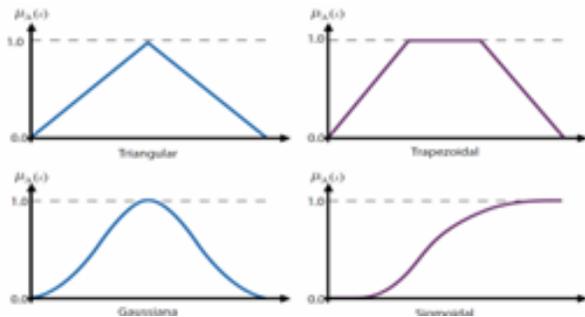


Figura 3. Funciones de membresía comúnmente utilizadas.

Hay mucho software especializado y puedes encontrar una amplia gama de funciones de membresía, pero la elección siempre depende del problema en estudio, el análisis y la perspectiva del diseñador y la carga computacional disponible [14,15].

Reglas base: En los sistemas difusos, el conocimiento humano está representado por un conjunto de reglas **IF-THEN**, que son declaraciones condicionales expresadas como:

IF <antecedente> **THEN** <consecuencia>

Donde la primera proposición es llamada el antecedente o premisa y la segunda es llamada el consecuente o conclusión.

3. Desarrollo

Mediante el software Matlab y el toolbox que tiene incorporado especial para lógica difusa se ahorró mucho tiempo en cuanto a programación. Como se puede observar en la Fig. 4, se optó por utilizar 25 reglas difusas para determinar las horas del día en las que sería temprano, tarde, noche, etc., así como para determinar los niveles de ruido que puede llegar a haber en el espacio seleccionado, para posteriormente, el mismo programa haga la selección de si se tiene que elevar o disminuir el volumen de la música de ambiente que se llega a tener en el lugar.

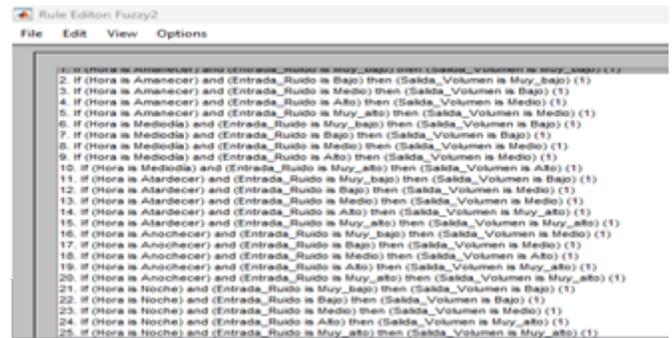


Figura 4. Reglas fuzzy para el control de volumen.

Una vez teniendo lo anterior, se seleccionó la función de membresía triangular por conveniencia, ya que resulta la más fácil de trabajar, aunque la selección de la función es decisión del autor.

Una vez obtenido el visualizador de las reglas con respecto a las entradas que vaya obteniendo mediante las lecturas que pueda realizar una vez implementado. En la Fig. 5 se aprecia la superficie de la grafica con la que se llega a trabajar variando con respecto la hora del día.

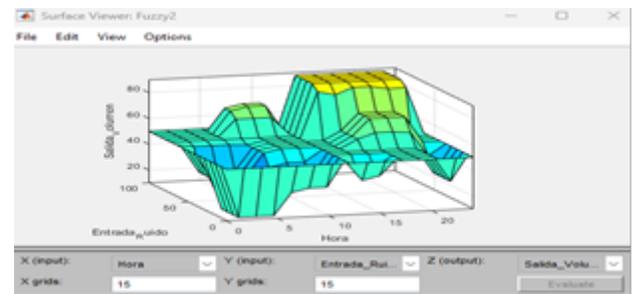


Figura 5. Superficie de control Fuzzy.

Esta gráfica permite observar las áreas de interés de acuerdo a la hora del día y el nivel de decibelios que haya en el ambiente, así como es de utilidad para calcular el centroide de la curva y demás (parámetro calculado por el mismo toolbox).

En cuanto a la implementación, con respecto a las facilidades y los tiempos, se optó por utilizar componentes pequeños, fáciles de conseguir y económicos, los cuales fueron un sensor de ruido, un buzzer y una placa arduino UNO.

Mediante la comunicación que se puede realizar desde Matlab al microcontrolador utilizado, se realizó una conexión utilizando Simulink, con el fin de que se pudieran leer los datos del sensor sin mayor problema (vease Fig. 6), utilizando el pin analógico 4 y el digital 9 de la placa

Arduino, se hizo este diagrama para sus conexiones.

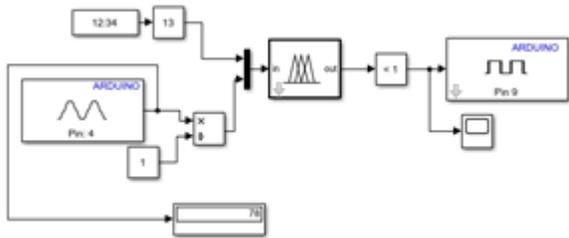


Figura 6. Conexión de Arduino-Matlab utilizando Simulink.

Una vez teniendo el paso anterior realizado, se hizo las conexiones físicas así como las pruebas que fueron satisfactorias, solo con el detalle que el buzzer utilizado es de poca potencia y apenas se logra apreciar el sonido que llega a hacer. Al observar la Fig. 7, en la cual se muestra un circuito muy simple, pero en el mismo el sensor de ruido capta las señales accusticas transformandolas en señales electricas que son leídas por el microcontrolador utilizado.

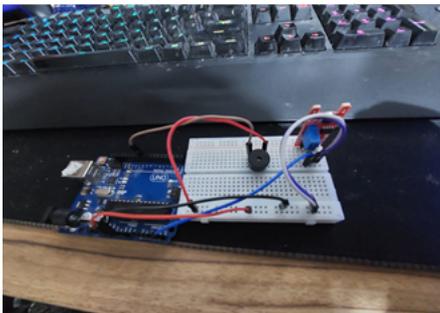


Figura 7. Conexiones físicas del controlador (prototipo).

De la misma manera, la implementación física en menor escala puede conducir a errores en cuanto a la plataforma, haciendo que no sea muy viable pero con ajustes dentro de la misma, el sistema puede funcionar como se propone y con la implementación de un filtro que pueda solo captar las voces y no melodía, el ruido producido por las bocinas encargadas de la música, no afectaran directamente al sensor de sonido. Con ls suficiente potencia se puede realizar de manera más grande pudiendo cubrir grandes áreas de interés, incluso pudiendo ser implementado en gimnasios con algún otro tipo de captador de señal por el ruido de las máquinas y pesas.

Se puede hacer un sistema aun más robusto, pero con las limitaciones actuales es lo mejor que se pudo realizar,

teniendo un margen de mejora enorme.

4. Resultados

Se obtuvieron los siguientes resultados con respecto a la hora del día y el nivel de ruido, que son las entradas del sistema, así como la salida que tomará con respecto a las mismas. Se puede observar en la Fig. 8, la manera en que actuará el sistema con respecto los valores de entrada que llegue a leer.

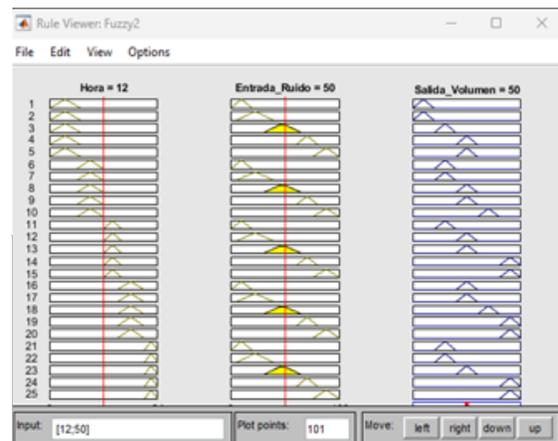


Figura 8. Resultados y ajuste de reglas Fuzzy mediante las entradas dadas.

Asimismo, en el monitor serial del microcontrolador que se utilizó mostró una salida adecuada a lo que lee el sensor con respecto al ruido ambiental. En la figura 10, se aprecia como en la salida del sistema se tiene un nivel adecuado con respecto a sus entradas (una de las entradas está siendo dividida para obtener valores de 0 a 100).

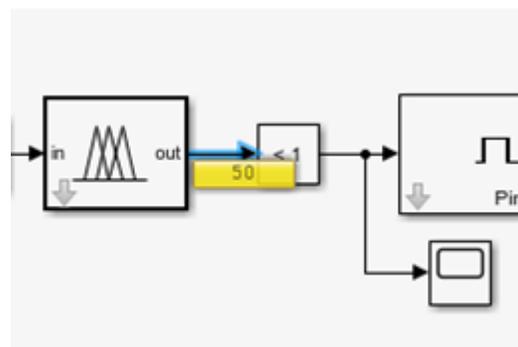


Figura 9. Salida del sistema difuso en modelo físico.

5. Conclusiones

Se desarrolló controlador local basado en lógica difusa para el control de ruido en espacio cerrado ya sea

restaurante o cafeterías, donde el objetivo era la utilización de los componentes de la manera más óptima posible.

Y por sobre todo se logró comprender el método de lógica difusa tipo mamdani, desde las entradas del sistema, hasta las salidas, pasando por la fuzzificación, las reglas de inferencia difusa. Gracias a la implementación que se realizó, aunque fuese en menor escalan, se pudo apreciar el funcionamiento correcto de un sistema de control con el uso de reglas fuzzy.

La técnica de control basada en lógica difusa presentó un buen desempeño, regula correctamente la temperatura, obteniendo exactamente la salida desea con respecto a las entradas.

De la misma forma, el implementar un filtro puede resolver una duda que se podría generar, la cual es de si el mismo volumen de la música no afectaría directamente al sensor de ruido, haciendo que sea más difícil de controlar.

Referencias

- [1] Jens Holger Rindel. Verbal communication and noise in eating establishments. *Applied Acoustics*, 71(12):1156–1161, 2010.
- [2] Jens Holger Rindel. Acoustical capacity as a means of noise control in eating establishments. *Proceedings of BNAM*, 2429, 2012.
- [3] Jian Kang. Numerical modelling of the speech intelligibility in dining spaces. *Applied Acoustics*, 63(12):1315–1333, 2002.
- [4] Qi Meng, Shilun Zhang, and Jian Kang. Effects of typical dining styles on conversation behaviours and acoustic perception in restaurants in china. *Building and Environment*, 121:148–157, 2017.
- [5] Jukka Keränen, Jarkko Hakala, and Valtteri Hongisto. Effect of sound absorption and screen height on spatial decay of speech—experimental study in an open-plan office. *Applied Acoustics*, 166:107340, 2020.
- [6] Noorbakhsh Amiri Golilarz, Ahmad Karambakhsh, and Amin Salehpour. State-of-the-art noise suppression methods: A complete review. *Comput. Res. Prog. Appl. Sci. Eng*, 5(1):10–15, 2019.
- [7] George Klir and Bo Yuan. *Fuzzy sets and fuzzy logic*, volume 4. Prentice hall New Jersey, 1995.
- [8] Lotfi A Zadeh. Fuzzy logic. *Computer*, 21(4):83–93, 1988.
- [9] Lotfi A Zadeh. Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3):338–353, 1965.
- [10] Mohd Waseem Naikoo, Swapan Talukdar, M Ishtiaq, Atiqur Rahman, et al. Modelling built-up land expansion probability using the integrated fuzzy logic and coupling coordination degree model. *Journal of Environmental Management*, 325:116441, 2023.
- [11] Haiyan Huang, Hui Xu, Fenghua Chen, Chunwei Zhang, and Ardashir Mohammadzadeh. An applied type-3 fuzzy logic system: Practical matlab simulink and m-files for robotic, control, and modeling applications. *Symmetry*, 15(2):475, 2023.
- [12] Maher GM Abdolrasol, Afida Ayob, Ammar Hussein Mutlag, and Taha Selim Ustun. Optimal fuzzy logic controller based pso for photovoltaic system. *Energy Reports*, 9:427–434, 2023.
- [13] De-Gan Zhang, Chen-Hao Ni, Jie Zhang, Ting Zhang, and Zhi-Hao Zhang. New method of vehicle cooperative communication based on fuzzy logic and signaling game strategy. *Future Generation Computer Systems*, 142:131–149, 2023.
- [14] Archana A Savalgi, Swati Jain, SS Andanappa, and Swathi J Narayan. Software effort estimation using fuzzy logic membership functions. *International Journal of Computer Systems*, 3(05):366–370, 2016.
- [15] SN Sivanandam, S Sumathi, and SN Deepa. Membership functions. *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*, pages 73–94, 2007.



Generación de condiciones climáticas esperadas en una habitación utilizando lógica difusa

P.G. Armendaris-Gerardo¹, E.E. Navar-Loera¹, F.M. Lagunes-García¹, J.E. Palomares-Ruiz^{2,*}, J.E. Ruelas-Ruiz²

¹Estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: jepalomares@itesca.edu.mx

Resumen: La lógica difusa es otra de las herramientas más utilizadas dentro del campo de la inteligencia artificial, siendo esta una herramienta para toma de decisiones, donde se mide el grado de pertenencia, en otras palabras se usan expresiones que no son ni completamente ciertas ni falsas. Actualmente es una disciplina matemática muy seguida ya que se aplica en situaciones donde se puede adquirir un valor cualquiera de veracidad dentro de un grupo de valores que oscilan entre dos extremos. Como se mencionó anteriormente la lógica difusa es muy efectiva para realizar control de variables físicas que se adaptan al conjunto de reglas de dicha lógica, como por ejemplo y lo que se usará en este proyecto: temperatura. En el presente proyecto se muestra el diseño e implementación de un control de temperatura utilizando un sistema de lógica difusa tipo mamdani. En el cual dependiendo de la temperatura y humedad detectadas por nuestro sensor el sistema regulará la velocidad de un ventilador. Utilizando una tarjeta arduino uno como el centro de control y corroborando los datos en MATLAB con Fuzzy logic Toolbox.

Palabras clave: Lógica difusa, MATLAB, Arduino.

Abstract: Fuzzy logic is another of the most used tools in the field of artificial intelligence, this being a decision-making tool, where the degree of belonging is measured, in other words, expressions that are neither completely true nor false are used. It is currently a very followed mathematical discipline since it is applied in situations where any truth value can be acquired within a group of values that oscillate between two extremes. As previously mentioned, fuzzy logic is very effective for controlling physical variables that adapt to the set of rules of said logic, such as what will be used in this project: temperature. This project shows the design and implementation of a temperature control using a logical system of diffusion type mamdani. Based on the temperature and humidity detected by our sensor, the system will regulate the speed of a fan. Using an arduino board as the control center and checking the data in MATLAB with Fuzzy logic Toolbox.

Keywords: Fuzzy logic, MATLAB, Arduino.

1. Introducción

La Lógica Difusa es una lógica que nos permite representar de manera matemática la incertidumbre y la vaguedad, proporcionando herramientas para poder trabajar con ellas. En otras palabras, se pueden reducir todos los problemas del mundo como un conjunto de variables de entrada (espacio de entrada), y con estos obtener un valor adecuado de variables de salida (espacio de salida) [1].

Por todo lo anterior se eligió un control de temperatura, siendo en la opinión del equipo una manera óptima

de representar el funcionamiento de este modelo, sin mencionar que será más ilustrativo a la hora de la implementación de la planta. Para la realización de este proyecto y como se mencionó anteriormente se cuentan con dos entradas, una siendo la temperatura y la otra la humedad, a cada una de estas se le agregan sus variables lingüísticas y sus respectivos rangos. Y en la salida se tiene un motor de ventilador controlado con un puente h, por lo que su velocidad será contralada por PWM, definiendo así su rango y variables lingüísticas.

Siguiendo la estructura de la lógica difusa, estas entradas reales pasan por un fuzzificador, siendo funciones de

pertenencia de entrada, lo mismo pasa con la salida, se tiene sus funciones de pertenencia de salida. Estas funciones de pertenencia son resultas con funciones de membresía, dependiendo de la forma de la gráfica se utiliza su respectiva función de membresía. En este trabajo solo se utilizaron dos funciones de membresía, la función Lambda o triangular y la función PI o trapezoidal.

Al tener las entradas difusas entran al mecanismo de inferencia, para determinar que tanta pertenencia tiene de cada variable lingüística y de esa forma utilizando la regla de inferencia difusa se tiene las salidas difusas. Al ya tener las salidas difusas es necesario la defuzzificación, la cual es la operación de conversión del conjunto de valores difuso de salida en un valor numérico, con el cual se pueda trabajar. Existen varios métodos de defuzzificación, siendo los más habituales el método del centroide y el método de la media ponderada de los máximos. Utilizando el del centroide para el proyecto, ver Fig. 1.

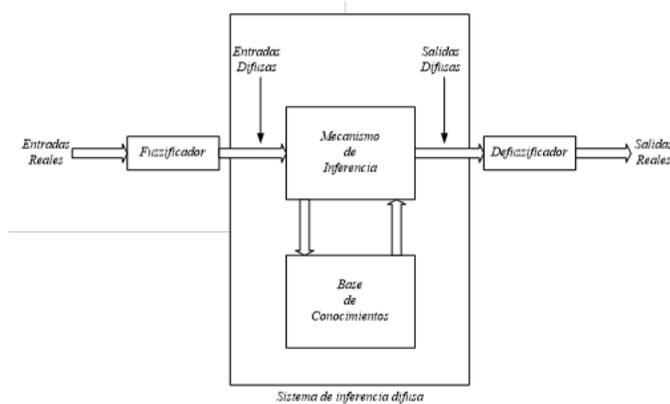


Figura 1. Representación gráfica de la estructura lógica difusa.

Todo este proceso fue programado en MATLAB para la verificación y después en arduino para su implementación, ya que con esta tarjeta nos permite manipular la señal de los sensores y actuadores, contando con librerías que facilitan este trabajo.

2. Antecedentes

Se consultaron diversos artículos para la estructuración y realización de este proyecto, uno de estos artículos lleva como nombre “Lógica Difusa Aplicada al Control Local del Péndulo Invertido con Rueda de Reacción” en el cual se tomó la base de la estructura de este para la realización de este documento, observando lo que se tomaba en cuenta y como fue atacado el problema. [5]

Otro de los artículos consultados fue “Control de Temperatura Utilizando Lógica Difusa” ya que este también trata el problema de un control de temperatura, aunque la implementación es totalmente diferente se trabaja con la misma problemática y se busca el mismo objetivo, por lo cual se puede complementar para información de estructura y resultados. [6]

3. Marco Teórico

Sensor DHT11: Para el proyecto se utilizó el sensor DHT11, el cual es de uso digital, midiendo la temperatura y humedad relativa. Es uno de los sensores más utilizados ya que son de muy bajo costo y fáciles de usar. Contienen un sensor capacitivo de humedad y un termistor para poder medir el aire circundante. Los datos obtenidos por este sensor son mostrados mediante una señal digital en su pin numero 2. Suele ser utilizado en aplicaciones académicas relacionadas al control de temperatura, aire acondicionado, monitoreo ambiental en agricultura, entre otros, ver Fig. 2.

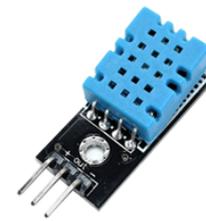


Figura 2. Sensor DHT11.

Una de las ventajas que tiene el sensor DHT11 es su compatibilidad con arduino, siendo este último la tarjeta de control utilizada en el proyecto. Se dispone de librerías para Arduino con soporte para el protocolo “Single bus”. En la parte electrónica solo se tienen que conectar sus 3 pines, conectar el pin VCC de alimentación a 3-5V, el pin GND a Tierra (0V) y el pin de datos a un pin digital en el Arduino. [2]

Fuzzy Logic Toolbox: Fuzzy Logic Toolbox nos ofrece distintas herramientas como las funciones en MATLAB, y un bloque en el apartado de Simulink para analizar, diseñar y simular sistemas de lógica difusa. Permite especificar y configurar entradas, salidas, funciones de pertenencia y reglas de inferencia difusa de tipo.

Con esta toolbox, puede ajustar automáticamente las funciones de pertenencia y las reglas de un sistema de

inferencia difusa a partir de datos. También puede evaluar los sistemas de lógica difusa diseñados en MATLAB y Simulink, y utilizar el sistema de inferencia difusa como sistema de soporte para explicar modelos con opacidad basados en inteligencia artificial. Puede generar ejecutables independientes o código C/C++ y texto estructurado de IEC 61131-3 para evaluar e implementar sistemas de lógica difusa, ver Fig. 3.

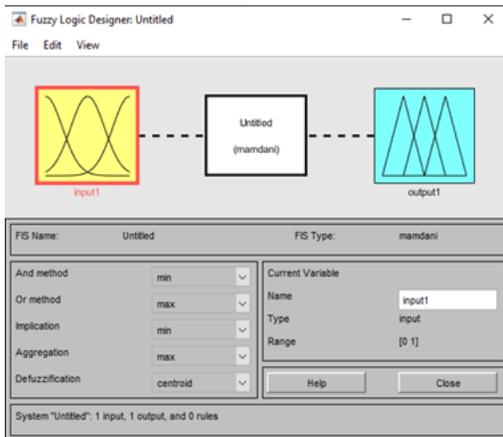


Figura 3. Interfaz Fuzzy Logic.

Funciones de membresía: Estas representan el grado de pertenencia de un elemento a un subconjunto definido por una etiqueta lingüística. Existe una gran cantidad de funciones de membresía, las más comunes son las de tipo triangular, trapezoidal, forma S. Estas se representan en la Fig. 4.

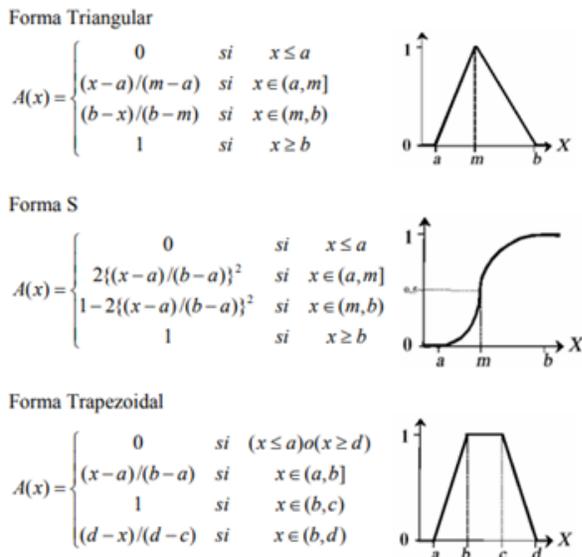


Figura 4. Funciones de membresía.

Reglas difusas Mamdani: IF x_1 es A AND x_2 es B AND x_3 is C THEN u_1 es D, u_2 es E Esa fue la estructura de las reglas de inferencia donde se tiene que x_1 , x_2 y

x_3 son las variables de entrada A, B y C son funciones de membresía, u_1 y u_2 son las acciones de control o las salidas, D y E son las funciones de membresía de la salida, en general se emplean triangular o trapezoidal por su facilidad computacional, la AND es un operador lógico difuso, podría ser también el operador OR, ya dependiendo de la aplicación que se le quiera dar. La primera parte de la sentencia “IF x_1 es A AND x_2 es B AND x_3 is C” es el antecedente y la restante es el consecuente.

Defusificación : Es un proceso matemático usado para convertir un conjunto de valores difusos en números real. El sistema de inferencia difusa obtiene una salida a partir de la información de la entrada, pero estos valores son en términos difusos. Esta salida difusa es obtenida por la etapa de inferencia, esta genera un conjunto difuso el cual debe de ser un número real para poder trabajar con este, es por eso que existen diferentes métodos de defusificación para poder obtener los resultados deseados, el el más común de todos es el centroide. Con el método de defusificación del centroide se transforma la salida difusa en un número real. [4]

A continuación se presentará la fórmula del centroide;

$$y_d = \frac{\int_s^\infty y u_y(y) dy}{\int_s^\infty u_y(y) dy} \quad (1)$$

4. Desarrollo

El primer paso de la elaboración de este proyecto fue definir las entradas y salidas, sus datos, rangos y variables lingüísticas. Como ya se mencionó anteriormente las entradas son temperatura y humedad, quedando de la siguiente manera.

- Temperatura

- Frio: 0 - 10° c
- Normal: 5 - 25° c
- Tibio: 15 - 35° c
- Caliente: 30 - 40° c
- Muy caliente: 40 - 100° c

- Humedad

- Seco: 0 - 30%
- Normal: 20 - 80%
- Húmedo: 70 - 100%

Tomando una referencia a los niveles de humedad de un hogar, Fig. 5.

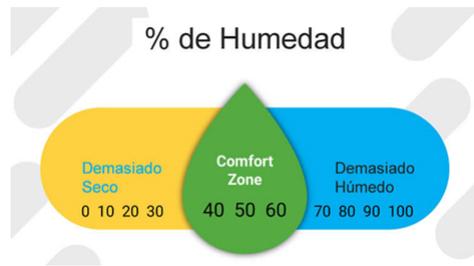


Figura 5. Humedad relativa del ambiente interno.

Y por último la salida PWM del motor del ventilador.

- Apagado: 0 - 1
- Bajo: 0 - 100
- Medio: 100 - 200
- Alto: 200 - 255

Teniendo una representación gráfica como la observada en la Fig. 6:



Figura 6. Representación del proceso.

Con estas consideraciones iniciales para el diseño se colocaron las funciones de membresía para cada una de las variables previamente mencionadas. Estas variables pueden ser representadas con conjuntos difusos como se muestra a continuación:

Inicialmente se muestra la variable de temperatura, Fig. 7.

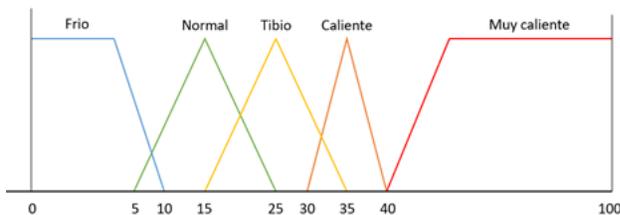


Figura 7. Variable temperatura con conjuntos difusos.

A continuación en la Fig. 8 se muestra como quedaría representada la variable correspondiente a la humedad,

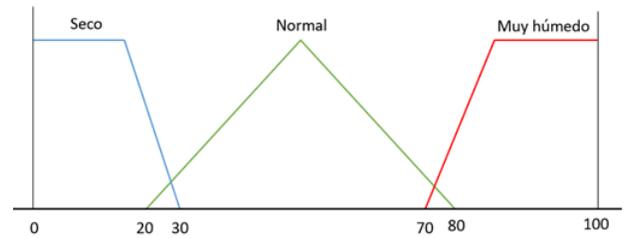


Figura 8. Variable humedad con conjuntos difusos.

Por último la variable correspondiente al PWM tiene la forma mostrada en la Fig. 9,

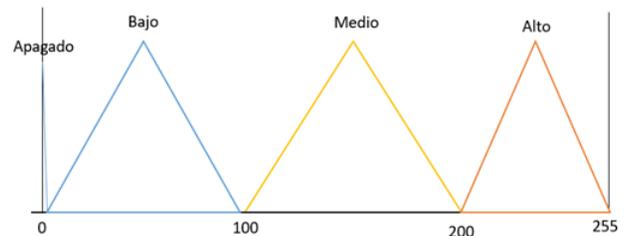


Figura 9. Variable PWM con conjuntos difusos.

Al tener todo esto se procedió a trabajar con MATLAB, más específicamente con el paquete Fuzzy Logic Toolbox. Este paquete facilita la captura de datos y su representación, de esta forma fue añadida todas esas condiciones para poder tener más detallado los rangos.

Como se muestra en las figuras anteriores, Fig. 7,8,9 y en las que se presentarán a continuación, Fig. 10,11,12, aquí se puede observar que solo se utilizaron dos tipos de funciones de membresía, que son la triangular y la trapezoidal, estas fueron elegidas por facilidad y comodidad, ya que con estas fueron con las que se trabajaron a lo largo del semestre.

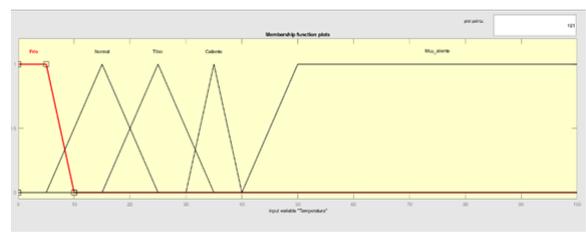


Figura 10. Variable PWM con conjuntos difusos.

Las reglas de control de la velocidad del motor ventilador constan de dos variables que serán la temperatura y la humedad. La base de reglas de inferencia difusa consta

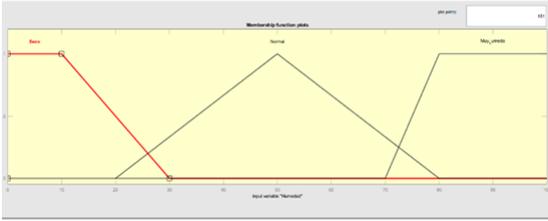


Figura 11. Entrada temperatura en fuzzy logic Toolbox.

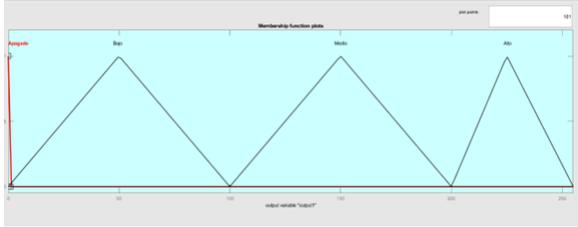


Figura 12. Salida PWM en fuzzy logic Toolbox.

de 15 reglas difusas resultantes de la combinación de los dos grupos siendo uno de 5 conjuntos difusos y el otro siendo de 3 grupos difusos. Los cuales definen cada una de las entradas del controlador y son obtenidas mediante el sensor dht11. Dichas reglas se muestran en la siguiente Fig. 13.

		temperatura					
		H/T	Frio	Normal	Tibio	Caliente	Muy caliente
Humedad	seco	Apagado	Apagado	Bajo	Medio	Alto	
	normal	Apagado	Bajo	Medio	Medio	Alto	
	muy humedo	Apagado	Bajo	Medio	Alto	Alto	

Figura 13. Reglas de inferencia difusa.

Estas mismas reglas de control fueron agregadas en el Fuzzy Logic Toolbox, quedando de la siguiente manera, Fig. 14.

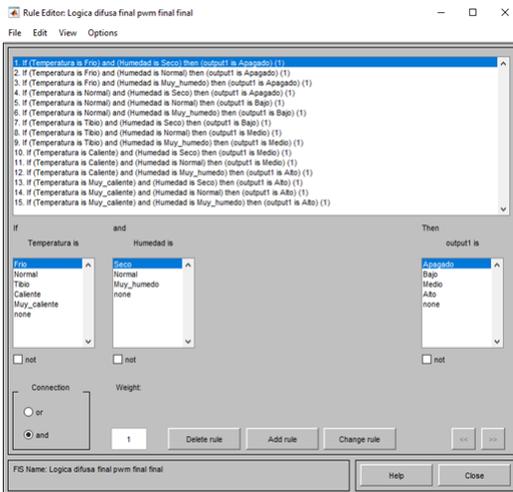


Figura 14. Reglas de inferencia difusa en Fuzzy Logic Toolbox.

Cuando todas las reglas han sido declaradas y procesadas por el fuzzy logic, las salidas difusas se combinan en una salida única mediante la defuzificación. Como se mencionó en la introducción el método utilizado para la defuzificación es el del centroide o centro de gravedad. Este toma el promedio ponderado de las salidas difusas para poder determinar la señal de control. Con esta señal de control ya es posible controlar toda la planta, que en este caso es el control de temperatura.

MATLAB realiza esta defuzificación, dando como resultado la siguiente interfaz en donde uno puede ingresar las variables de entrada y él se tendrá como resultado la salida según el modelo, ver Fig. 15.

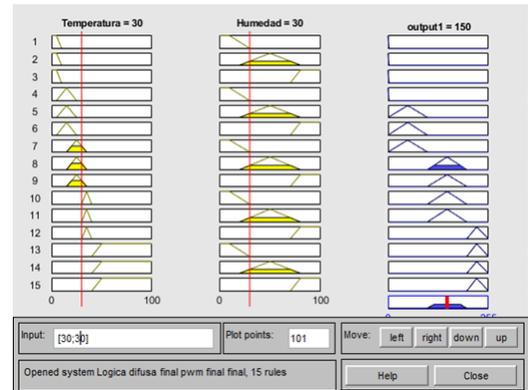


Figura 15. Interfaz de resultados Fuzzy logic Toolbox.

Ya una vez desarrollado lo anterior se procedió a la realización del programa de arduino, Fig 16, y a la posterior implementación del circuito electrónico, así como la maqueta o planta en donde se monta el controlador de temperatura.

```
#include "fis_header.h"
//Para el sensor de humedad
#include <dht.h>
dht DHT;
#define DHT11_PIN 4
#define ENA 6
#define IN1 7
#define IN2 8

// Numero de entradas
const int fis_gcI = 2;
// Numero de salidas
const int fis_gcO = 1;
// Numero de reglas
const int fis_gcR = 15;

FIS_TYPE q_fisInput[fis_gcI];
FIS_TYPE q_fisOutput[fis_gcO];

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  // inicializacion de los pines de salida, el motor
  pinMode(ENA, OUTPUT);
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
}
```

Figura 16. Primera parte del código.

En la primera parte del código se declaran las entradas


```

FIS_TYPE fis_MF_out(FIS_TYPE** fuzzyRuleSet, FIS_TYPE x, int o)
{
    FIS_TYPE mfOut;
    int r;

    for (r = 0; r < fis_gcR; ++r)
    {
        int index = fis_gRO[r][0];
        if (index > 0)
        {
            index = index - 1;
            mfOut = (fis_gMF[fis_gMFO[o][index]])(x, fis_gMFCoeff[o][index]);
        }
        else if (index < 0)
        {
            index = -index - 1;
            mfOut = 1 - (fis_gMF[fis_gMFO[o][index]])(x, fis_gMFCoeff[o][index]);
        }
        else
        {
            mfOut = 0;
        }

        fuzzyRuleSet[0][r] = fis_min(mfOut, fuzzyRuleSet[1][r]);
    }
    return fis_array_operation(fuzzyRuleSet[0], fis_gcR, fis_max);
}

FIS_TYPE fis_defuzz_centroid(FIS_TYPE** fuzzyRuleSet, int o)
{
    FIS_TYPE step = (fis_gOMax[o] - fis_gOMin[o]) / (FIS_RESOLUTION - 1);
    FIS_TYPE area = 0;
    FIS_TYPE momentum = 0;
    FIS_TYPE dist, slice;
    int i;

    // calcular el área bajo la curva formada por las salidas MF
    for (i = 0; i < FIS_RESOLUTION; ++i)
    {
        dist = fis_gOMin[o] + (step * i);
        slice = step * fis_MF_out(fuzzyRuleSet, dist, o);
        area += slice;
        momentum += slice*dist;
    }

    return ((area == 0) ? ((fis_gOMax[o] + fis_gOMin[o]) / 2) : (momentum / area));
}

```

Figura 21. 6 parte del código.

se siguió con la implementación del circuito eléctrico. Se seleccionaron los componentes de acuerdo con las necesidades del proyecto, se armó el circuito. Se realizaron diagramas para una mejor ejemplificación de este, quedando de la siguiente manera, Fig. 22.

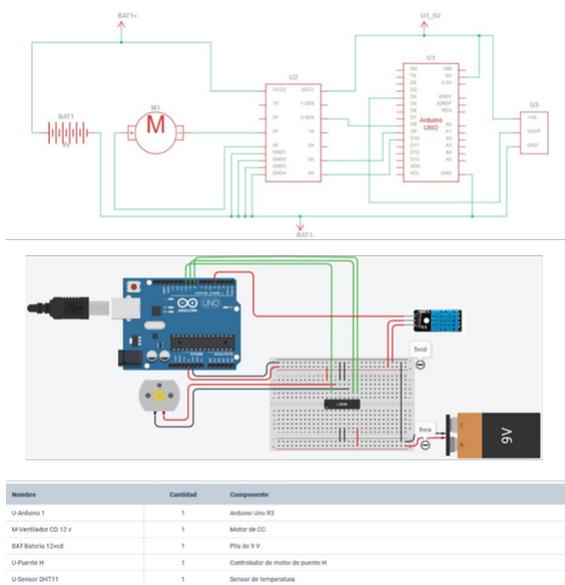


Figura 22. Diagrama eléctrico, representación física de las conexiones y lista de componentes.

Por ultimo todo esto se implementó mediante un prototipo elaborado en una maqueta hecha de madera y acrílico, en

donde se colocó el ventilador en posición para refrigerar la caja, los componentes dentro de esta para poder realizar las pruebas pertinentes, ver Fig. 23.

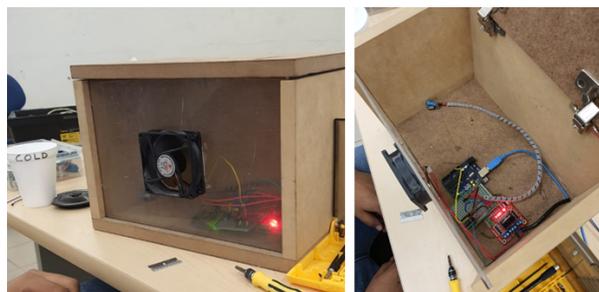


Figura 23. Vista exterior e interior de la maqueta.

5. Resultados

Al tener todo montado y programado se realizaron las pruebas, sometiendo la planta a distintas temperaturas y niveles de humedad para observar la reacción a estos cambios. Para obtener los datos en tiempo real se utilizó el monitor serial de arduino, como se explicó en la sección anterior se imprime la temperatura, humedad y el pwm del moto, ver Fig.24.

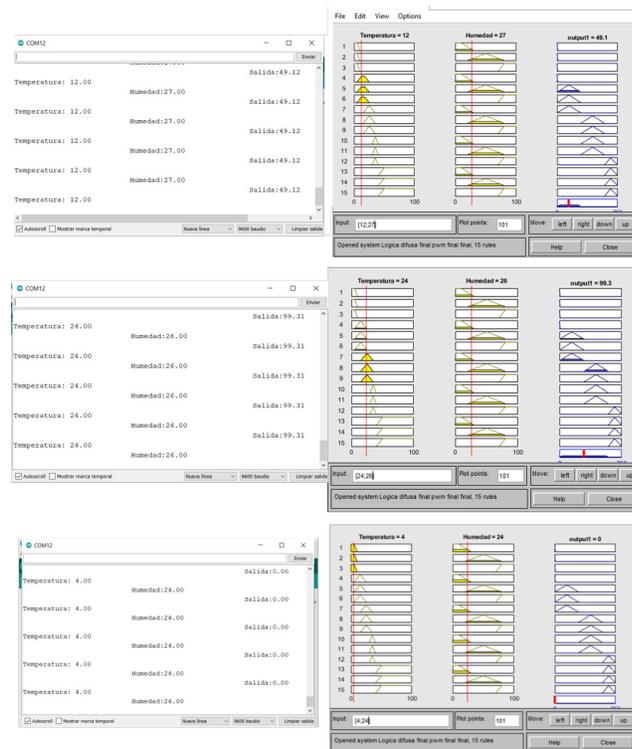


Figura 24. Vista exterior e interior de la maqueta.

Esto con la finalidad de tener una comprobación

experimental de este comportamiento y compararlo con el que se utilizó el fuzzy logic realizado con MATLAB. Como se puede apreciar en la Fig. 24 la comparación del sistema resultó de la manera deseada, teniendo el comportamiento esperado con una cercanía casi perfecta.

6. Conclusiones

Se desarrolló controlador local basado en lógica difusa para el control de temperatura, donde el objetivo era la utilización de los componentes de la manera más óptima posible.

Y por sobre todo se logró comprender el método de lógica difusa tipo mamdani, desde las entradas del sistema, hasta las salidas, pasando por la fuzzificación, las reglas de inferencia difusa. Gracias a esta aplicación se pudo aterrizar toda la teoría vista en clase, creando un proyecto práctico que funcionara con esta técnica.

La técnica de control basada en lógica difusa presentó un buen desempeño, regula correctamente la temperatura, obteniendo exactamente la salida deseada con respecto a las entradas.

Referencias

- [1] Jens Holger Rindel. Verbal communication and noise in eating establishments. *Applied Acoustics*, 71(12):1156–1161, 2010.
- [2] Jens Holger Rindel. Acoustical capacity as a means of noise control in eating establishments. *Proceedings of BNAM*, 2429, 2012.
- [3] Jian Kang. Numerical modelling of the speech intelligibility in dining spaces. *Applied Acoustics*, 63(12):1315–1333, 2002.
- [4] Qi Meng, Shilun Zhang, and Jian Kang. Effects of typical dining styles on conversation behaviours and acoustic perception in restaurants in china. *Building and Environment*, 121:148–157, 2017.
- [5] Jukka Keränen, Jarkko Hakala, and Valtteri Hongisto. Effect of sound absorption and screen height on spatial decay of speech—experimental study in an open-plan office. *Applied Acoustics*, 166:107340, 2020.
- [6] Noorbakhsh Amiri Golilarz, Ahmad Karambakhsh, and Amin Salehpour. State-of-the-art noise suppression methods: A complete review. *Comput. Res. Prog. Appl. Sci. Eng*, 5(1):10–15, 2019.
- [7] George Klir and Bo Yuan. *Fuzzy sets and fuzzy logic*, volume 4. Prentice hall New Jersey, 1995.
- [8] Lotfi A Zadeh. Fuzzy logic. *Computer*, 21(4):83–93, 1988.
- [9] Lotfi A Zadeh. Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3):338–353, 1965.
- [10] Mohd Waseem Naikoo, Swapan Talukdar, M Ishtiaq, Atiqur Rahman, et al. Modelling built-up land expansion probability using the integrated fuzzy logic and coupling coordination degree model. *Journal of Environmental Management*, 325:116441, 2023.
- [11] Haiyan Huang, Hui Xu, Fenghua Chen, Chunwei Zhang, and Ardashir Mohammadzadeh. An applied type-3 fuzzy logic system: Practical matlab simulink and m-files for robotic, control, and modeling applications. *Symmetry*, 15(2):475, 2023.
- [12] Maher GM Abdolrasol, Afida Ayob, Ammar Hussein Mutlag, and Taha Selim Ustun. Optimal fuzzy logic controller based pso for photovoltaic system. *Energy Reports*, 9:427–434, 2023.
- [13] De-Gan Zhang, Chen-Hao Ni, Jie Zhang, Ting Zhang, and Zhi-Hao Zhang. New method of vehicle cooperative communication based on fuzzy logic and signaling game strategy. *Future Generation Computer Systems*, 142:131–149, 2023.
- [14] Archana A Savalgi, Swati Jain, SS Andanappa, and Swathi J Narayan. Software effort estimation using fuzzy logic membership functions. *International Journal of Computer Systems*, 3(05):366–370, 2016.
- [15] SN Sivanandam, S Sumathi, and SN Deepa. Membership functions. *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*, pages 73–94, 2007.



Desarrollo de un sistema de control de auto para la evasión de obstáculos utilizando redes neuronales

P.G. Armendaris-Gerardo¹, F.M. Lagunes-Garcia¹, E.E. Navar-Loera¹, J. E. Palomares-Ruiz^{2,*}, D. Rodríguez-Rendón²

¹Estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: jepalomares@itesca.edu.mx

Resumen: Una de las técnicas más utilizadas en muchos ámbitos de la ingeniería y la ciencia son las redes neuronales ya que nos permiten solucionar problemas complejos, que en varias ocasiones no son fáciles de resolver utilizando técnicas tradicionales como la regresión polinomial o lineal. Por esa razón fue aplicada esa técnica en el presente proyecto, el cual consiste en un auto de 4 ruedas, un motor para cada uno, que pueda evadir los obstáculos que se le presenten. Estos obstáculos siendo detectados por un sensor ultrasónico conectado a un servo motor para ampliar su rango de visión. Apoyándonos de dos entornos de programación, python donde se utiliza el Backpropagation para obtener los pesos de la red y el arduino para usar el forward propagation y controle los componentes electrónicos, en este caso los motores.

Palabras clave: Redes neuronales, Python, arduino.

Abstract: One of the most widely used techniques in many fields of engineering and science are neural networks, since they allow us to solve complex problems, which on several occasions are not easy to solve using traditional techniques such as polynomial or linear regression. For this reason, this technique was applied in the present project, which consists of a 4-wheeled car, an engine for each one, that can evade the obstacles that arise. These obstacles being detected by an ultrasonic sensor connected to a servo motor to expand its range of vision. Relying on two programming environments, python where the Backpropagation is used to obtain the weights of the network and the arduino to use the forward propagation and control the electronic components, in this case the motors.

Keywords: Neural networks, Python, arduino.

entradas de la red. En la cual se cuenta con 4 salidas, 1 para cada motor, ver Fig. 1.

1. Introducción

Las redes neuronales es una técnica muy utilizada en el campo del control inteligente ya que estas nos permiten obtener un modelo de relación entre un conjunto de variables salida con un conjunto de variables entrada. Con esta relación los modelos permiten predecir el valor de la salida, dando valores de entrada del modelo. Para estimar el modelo es necesario utilizar patrones de entrenamiento para que la red aprenda y sea capaz de predecir una salida del modelo [1-3].

Estas variables de entrada utilizadas fueron la distancia que nos entrega el sensor ultrasónico y la posición que nos da el servo motor. Estos en conjunto componen las

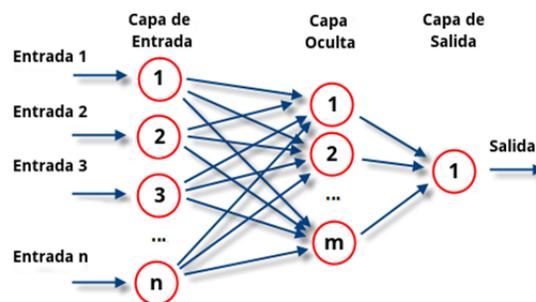


Figura 1. Representación gráfica de la estructura de redes neuronales.

Lo primero en realizarse fue la matriz de entradas y

salidas deseadas, para ello se realizó una tabla con las distintas combinaciones de las entradas y se le asignó una correspondiente salida.

Estas matrices fueron utilizadas para el código realizado en python, el cual utiliza el backpropagation y la función tangente hiperbólica para el aprendizaje y obtener así la matriz de los pesos ajustados. Ya obtenido eso se pasa al código de arduino donde ahí con el forward propagation y los pesos ajustados se encarga de controlar el auto.

Al final se realizó el circuito eléctrico u se montó toda la planta del auto para hacer las pruebas prácticas y verificar su correcto funcionamiento.

2. Antecedentes

Para la elaboración de este proyecto se realizaron investigaciones de temas específicos, de los cuales principalmente era la forma que fue atacado el problema de la implementación de las redes neuronales, en este caso con un controlador arduino [4, 5].

Para la realización del código de arduino se encontró el artículo “implementación de redes neuronales en plataformas hardware para su aplicación en ingeniería eléctrica “por el autor Xabier Maestre, en el cual explora esta necesidad. Ya que a lo largo del semestre solo se había programado en el lenguaje python [6].

Otro artículo consultado para tomar de referencia para la realización de este trabajo fue “Sistema sensor para el monitoreo ambiental basado en redes Neuronales” donde se realiza de igual forma un proyecto con el mismo enfoque, el cual es el control de una planta utilizando redes neuronales, de igual forma que el pasado articulo esta implementación fue programada en el entorno de arduino [7].

3. Marco Teórico

Sensor HC-SR04: Es utilizado para la detección de distancia, su uso es muy frecuente en la mecatrónico ya que este es de bajo costo, utiliza transductores de ultrasonido para detectar objetos.

Como su nombre lo indica el sensor emite un sonido ultrasónico por uno de sus transductores, para que el sonido rebote en cualquier objeto presente, el eco es captador por el segundo transductor. La distancia es proporcional al tiempo que demora en llegar el eco. El

sensor se utilizado en este proyecto se muestra en la Fig. 2.



Figura 2. Sensor HC-SR04.

Utilizando la fórmula de velocidad igual a distancia sobre tiempo, donde el parámetro de velocidad representa la velocidad sonido, la cual es 340m/s, este valor será convertido en cm/us ya que se trabaja en centímetros y microsegundos, el tiempo representa el tiempo que tarda en llegar el ultrasonido al objeto y regresar al sensor, y la distancia recorrida es dos veces la distancia hacia el objeto ya que se cuenta la distancia de ida y vuelta, reemplazando los valores se tiene:

$$\frac{340m}{s} \cdot \frac{1s}{1,000,000us} \cdot \frac{100cm}{1m} = \frac{2d}{t}$$

$$d(cm) = \frac{t(us)}{59}$$

Función de activación: Como su nombre lo indica es una función que calcula el estado de actividad de una neurona. Transformando las entradas (menos el umbral, Θ_i) en un valor de activación, teniendo un rango que normalmente va de (0 a 1) o de (-1 a 1) [8].

Función tangente hiperbólica: Esta función tiene la forma, ver Fig. 3;

$$f(x) = \frac{e^{gx} - e^{-gx}}{e^{gx} + e^{-gx}}, \quad \text{con } x = g_{in_i} - \theta_i$$

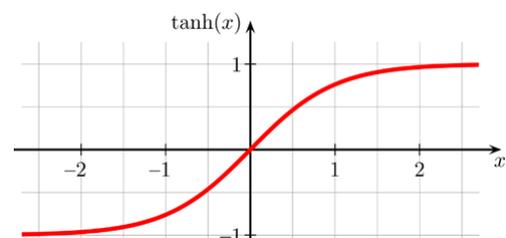


Figura 3. Representación gráfica de la función tangente hiperbólica.

Los valores de salida de la función tangente hiperbólica están dentro del rango de -1 a 1. Cuando se modifica el valor de g cambia la pendiente, de la función de activación.

Retropropagación: Es un tipo de red de aprendizaje que existe, la cual emplea un ciclo de propagación – adaptación de dos fases. Lo primero es meter un patrón a la entrada de la red, cuando esto se realice se propaga desde la primera capa a través de las capas ocultas de la red, hasta obtener una salida. La señal de salida se compara con la salida deseada y se calcula una señal de error para cada una de las salidas.

De ahí se empiezan a propagar hacia atrás las salidas de error, teniendo como punto de partida la capa de salida, la capa oculta que contribuye directamente a la salida. Sin embargo, en la capa oculta las neuronas solo reciben una fracción de la señal total del error [9, 10].

Servomotor: Es un actuador que permite un control preciso en términos de posición angular, aceleración y velocidad. Estas características lo hacen una mejor opción si se compara con un motor convencional.

Una definición más exacta para el servomotor sería la de un servomecanismo de bucle cerrado, este utiliza la retroalimentación de posición para poder controlar su velocidad de rotación y posición. Teniendo como entrada la señal de control, ya sea analógica o digital, que representa el comando de posición final para el eje [11].

Forward propagation: El feed-forward o pasada hacia delante consiste en calcular la salida de nuestra red con los valores actuales de los pesos. Para ello, siguiendo con nuestro ejemplo, lo que hacemos es alimentar (feed forward) la red con nuestro elemento de entrenamiento [12–14].

4. Desarrollo

El primer paso de la elaboración de este proyecto fue definir las matrices de entradas de salidas. Para ello se tiene como entradas el sensor ultrasónico y el servomotor. Como salidas se tienen los 4 motores. Con todo eso ya contemplado se generó la siguiente tabla, la cual se muestra en la Fig. 4.

Entradas: Sensor ultrasonico	Entrada: Posicion del servomotor	Salida: Motor 1	Salida: Motor 2	Salida: Motor 3	Salida: Motor 4
-1	0	1	0	0	1
-1	1	1	0	0	1
-1	-1	1	0	0	1
0	-1	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1
1	1	0	1	1	0
1	-1	0	1	1	0
1	0	0	1	1	0

Figura 4. Matriz de entradas y salidas.

Donde los valores de sensor ultrasónico son -1 no detecta, 0 está cerca y 1 es detecta. Teniendo valores decimales en medio de estos para tener una medición de la distancia más fina. Los valores tanto de esta entrada como la entrada del servomotor van de -1 a 1 para que sean acordes a la función de activación tangente hiperbólica. Para el caso del servomotor se tiene como 0 el medio o 90 grados, 1 derecha o 180 grados y -1 como izquierda o 0 grados. Al igual que el sensor tiene los valores decimales en medio de cada una de estas para una mayor precisión, ver Fig. 5.

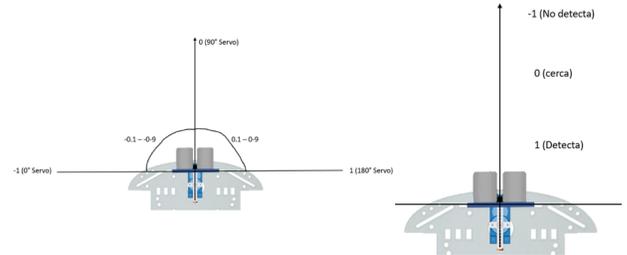


Figura 5. Posición de servomotor y distancia sensor ultrasónico.

Para los parámetros relacionados a los motores estos se especifican según los valores mostrados en la Fig. 6:

Acción	Motor 1	Motor 2	Motor 3	Motor 4
Avanzar	1	0	0	1
Retroceder	0	1	1	0
Giro derecha	0	1	0	1
Giro izquierda	1	0	1	0

Figura 6. Activación de los motores.

Después de todo esto se propone una estructura para la red neuronal, la cual se decidió que tuviera tres capas, la de entrada, la capa oculta y la de salida, quedando de la siguiente forma, ver Fig. 7.

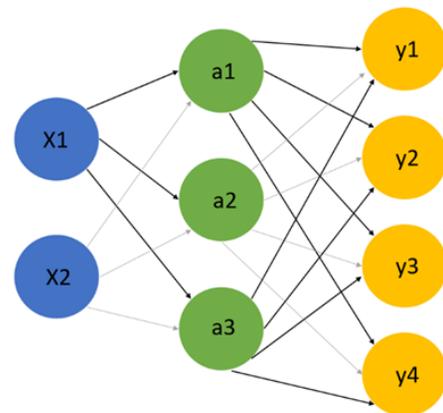


Figura 7. Red neuronal propuesta.

Ya teniendo lo anterior definido se procede a utilizar el lenguaje Python para generar el código de aprendizaje, el cual se presenta en la Fig. 8.

```

import numpy as np

# Creamos la clase
class NeuralNetwork:

    def __init__(self, layers, activation='tanh'):
        if activation == 'sigmoid':
            self.activation = sigmoid
            self.activation_prime = sigmoid_derivada
        elif activation == 'tanh':
            self.activation = tanh
            self.activation_prime = tanh_derivada

        # inicializo los pesos
        self.weights = []
        self.deltas = []

        # capas = [2,3,4]
        # rando de pesos varia entre (-1,1)
        # asigno valores aleatorios a capa de entrada y capa oculta
        for i in range(1, len(layers) - 1):
            r = 2*np.random.random((layers[i-1] + 1, layers[i] + 1)) - 1
            self.weights.append(r)

        # asigno aleatorios a capa de salida
        r = 2*np.random.random( (layers[i] + 1, layers[i+1])) - 1
        self.weights.append(r)

```

Figura 8. Muestra del código de aprendizaje en el lenguaje Python.

En esta primer parte del código, Fig. 8, se definen las funciones de activación que se utilizarán para el código de Python, se inicializan los pesos, el número de capas y las neuronas que tienen cada una de estas capas y se agregan los valores random iniciales.

Lo siguiente consiste en colocar el Bias en la capa de entrada, ver Fig. 9. A partir de ahí se inicia con la realización de los cálculos, siendo el primero de estos el error e , para después ir igualando el valor actual con el anterior de forma periódica.

```

def fit(self, X, y, learning_rate=0.2, epochs=100000):
    # Agrego columna de unos a las entradas X
    # Con esto agregamos la unidad de Bias a la capa de entrada
    ones = np.atleast_2d(np.ones(X.shape[0]))
    X = np.concatenate((ones.T, X), axis=1)

    for k in range(epochs):
        i = np.random.randint(X.shape[0])
        a = X[i]

        for l in range(len(self.weights)):
            dot_value = np.dot(a[l], self.weights[l])
            activation = self.activation(dot_value)
            a.append(activation)

        # Calculo la diferencia en la capa de salida y el valor obtenido
        error = y[i] - a[-1]
        deltas = [error * self.activation_prime(a[-1])]

        # Empezamos en el segundo layer hasta el ultimo
        # (Una capa anterior a la de salida)
        for l in range(len(a) - 2, 0, -1):
            deltas.append(deltas[-1].dot(self.weights[l].T)*self.activation_prime(a[l]))
        self.deltas.append(deltas)

        # invertir
        # [level3(output)->level2(hidden)] => [level2(hidden)->level3(output)]
        deltas.reverse()

```

Figura 9. Definición del Bias.

En la siguiente parte del código se muestra el donde se

realiza el proceso de Retropropagación, Fig. 10. Como se ejemplifica en los comentarios del programa, lo primero es multiplicar los delta de salida con las activaciones de entrada para obtener el gradiente del peso. Y después actualizar el peso restándole un porcentaje del gradiente.

```

# backpropagation
# 1. Multiplicar los delta de salida con las activaciones de entrada
# para obtener el gradiente del peso.
# 2. actualizo el peso restandole un porcentaje del gradiente
for i in range(len(self.weights)):
    layer = np.atleast_2d(a[i])
    delta = np.atleast_2d(deltas[i])
    self.weights[i] += learning_rate * layer.T.dot(delta)

    if k % 10000 == 0: print('epochs:', k)

def predict(self, x):
    ones = np.atleast_2d(np.ones(x.shape[0]))
    a = np.concatenate((np.ones(1).T, np.array(x)), axis=0)
    for l in range(0, len(self.weights)):
        a = self.activation(np.dot(a, self.weights[l]))
    return a

def print_weights(self):
    print("LISTADO PESOS DE CONEXIONES")
    for i in range(len(self.weights)):
        print(self.weights[i])

def get_weights(self):
    return self.weights

def get_deltas(self):
    return self.deltas

```

Figura 10. Código que muestra el proceso de retropropagación.

Acto seguido se procede a declarar las funciones de activación, donde para este caso en específico se utilizará la función tangente hiperbólica tanh definida previamente en la sección de antecedentes, así como los motivos del por qué se utilizará la misma, Fig. 11.

```

# Al crear la red, podremos elegir entre usar la funcion sigmoid o tanh
def sigmoid(x):
    return 1.0/(1.0 + np.exp(-x))

def sigmoid_derivada(x):
    return sigmoid(x)*(1.0-sigmoid(x))

def tanh(x):
    return np.tanh(x)

def tanh_derivada(x):
    return 1.0 - x**2

```

Figura 11. Ejemplos de funciones de activación, en el caso de este proyecto se utilizará la función de activación tangente hiperbólica.

Ahora es necesario declarar las matrices de entrada y salida, utilizando los arreglos correspondientes, los cuales se pueden observar de manera precisa en la Fig. 12. Donde se utiliza la librería NumPy para poder definir adecuadamente las matrices empleadas en el proceso.

```

# Red Coche para Evitar obstáculos
nn = NeuralNetwork([2,3,4],activation ='tanh')
X = np.array([[ -1, 0], # sin obstaculos
              [-1, 1], # sin obstaculos
              [-1, -1], # sin obstaculos
              [0, -1], # obstaculo detectado a derecha
              [0,1], # obstaculo a izq
              [0,0], # obstaculo centro
              [1,1], # demasiado cerca a derecha
              [1,-1], # demasiado cerca a izq
              [1,0] # demasiado cerca centro
            ])
# las salidas 'y' se corresponden con encender (o no) los motores
y = np.array([[1,0,0,1], # avanzar
              [1,0,0,1], # avanzar
              [1,0,0,1], # avanzar
              [0,1,0,1], # giro derecha
              [1,0,1,0], # giro izquierda (cambie izq y derecha)
              [1,0,0,1], # avanzar
              [0,1,1,0], # retroceder
              [0,1,1,0], # retroceder
              [0,1,1,0] # retroceder
            ])
nn.fit(X, y, learning_rate=0.03,epochs=40001)

def valNN(x):
    return (int)(abs(round(x)))

```

Figura 12. Definición de las matrices de entrada y salida.

Por último el programa va iterando y comparando hasta obtener las salidas deseadas, y con esto obtenemos los pesos justos para poder utilizarlos en el siguiente código que es el de arduino, el cual lleva integrado la implementación, Fig. 13.

```

for e in X:
    prediccion = nn.predict(e)
    print("X:",e,"esperado:",y[index],"obtenido:", valNN(prediccion[0]),valNN(prediccion[1]),valNN(prediccion[2]),valNN(prediccion[3]))
    #print("X:",e,"y:",y[index],"Network:",prediccion)
    index=index+1

import matplotlib.pyplot as plt

deltas = nn.get_deltas()
valores=[]
index=0
for arreglo in deltas:
    valores.append(arreglo[0][0] + arreglo[0][1])
    index=index+1

plt.plot(range(len(valores)), valores, color='b')
plt.ylin(0, 0.4)
plt.ylabel('Cost')
plt.xlabel('Epochs')
plt.tight_layout()
plt.show()

def to_str(name, W):
    s = str(W.tolist()).replace('[', '').replace(']', '')
    return "float "+name+"["+str(W.shape[0])+"]["+str(W.shape[1])+"] = " + s + ";"
# Obtenermos los pesos entrenados para poder usarlos en el código de arduino
pesos = nn.get_weights();

print("// Reemplazar estas lineas en tu código arduino:")
print("// float HiddenWeights ...")
print("// float OutputWeights ...")
print("// Con lo pesos entrenados.")
print("\n")
print(to_str('HiddenWeights', pesos[0]))
print(to_str('OutputWeights', pesos[1]))

```

Figura 13. En esta parte del código se muestra el proceso del cálculo de pesos, con los cuales se alimentará la siguiente parte del proceso.

Ahora se declaran todas las variables necesarias para el código, desde los controladores del puente hm, hasta las entradas y salidas de la red, así como la capa oculta y la capa de salida, Fig. 14.

```

#include <Servo.h> //servo library
Servo myservo; // create servo object to control servo

int Echo = A4;
int Trig = A5;
#define ENA 5
#define ENB 6
#define IN1 7
#define IN2 8
#define IN3 9
#define IN4 11

/*****
Network Configuration
*****/
const int InputNodes = 3; // incluye neurona de BIAS
const int HiddenNodes = 4; //incluye neurona de BIAS
const int OutputNodes = 4;

int i, j;
double Accum;
double Hidden[HiddenNodes];
double Output[OutputNodes];

float HiddenWeights[3][4] = {{-1.111172170831025, -1.1272365151585961, 1.0766801716234242,
float OutputWeights[4][4] = {{-1.5929711385959047, 1.7534077044937304, 0.2798785991236263,

```

Figura 14. Declaración de variables.

Se procede a la configuración de los PWM de los motores y la detección del sensor ultrasónico, Fig. 15.

```

/*****
End Network Configuration
*****/

void stop() {
    digitalWrite(ENA, LOW); //Desactivamos los motores
    digitalWrite(ENB, LOW); //Desactivamos los motores
    Serial.println("Stop!");
}

//Medir distancia en Centimetros
int Distance_test() {
    digitalWrite(Trig, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(Trig, HIGH);
    delayMicroseconds(20);
    digitalWrite(Trig, LOW);
    float Fdistance = pulseIn(Echo, HIGH);
    Fdistance= Fdistance / 58;
    return (int)Fdistance;
}

```

Figura 15. Configuración del PWM.

Después se configuran los datos del servomotor, los cuales funcionan como sonar para que el sensor ultrasónico tenga más posiciones y pueda detectar en más área, Fig. 16.

```

void setup() {
    myservo.attach(3); // attach servo on pin 3 to servo object
    Serial.begin(9600);
    pinMode(Echo, INPUT);
    pinMode(Trig, OUTPUT);
    pinMode(IN1, OUTPUT);
    pinMode(IN2, OUTPUT);
    pinMode(IN3, OUTPUT);
    pinMode(IN4, OUTPUT);
    pinMode(ENA, OUTPUT);
    pinMode(ENB, OUTPUT);
    stop();
    myservo.write(90); //posicion inicial en el centro
    delay(500);
}

unsigned long previousMillis = 0; // para medir ciclos de tiempo
const long interval = 25; // intervalos cada x milisegundos
int grados_servo = 90; // posicion del servo que mueve el sensor ultrasonico
bool clockwise = true; // sentido de giro del servo
const long ANGULO_MIN = 30;
const long ANGULO_MAX = 150;
double distanciaMaxima = 50.0; // distancia de lejanía desde la que empieza a actuar la NN
int incrementos = 9; // incrementos por ciclo de posicion del servo
int accionEnCurso = 1; // cantidad de ciclos ejecutando una accion
int multiplicador = 1000/interval; // multiplique la cant de ciclos para dar tiempo a que el coche pueda girar
const int SPEED = 60; // velocidad del coche de las 4 ruedas a la vez.

void loop() {

```

Figura 16. Configuración de los datos utilizados por el servomotor.

Con la finalidad de tener un óptimo control del servomotor es necesario controlar de manera adecuada el giro de este, para lo cual se realiza un código en arduino, el cual se muestra de manera detallada en la Fig. 17.

```
void loop() {
  unsigned long currentMillis = millis();

  if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
    previousMillis = currentMillis;

    //*****
    MANEJAR GIRO de SERVO
    //*****
    if (grados_servo <= ANGULO_MIN || grados_servo >= ANGULO_MAX) {
      clockwise = !clockwise; // cambio de sentido
      grados_servo = constrain(grados_servo, ANGULO_MIN, ANGULO_MAX);
    }
    if (clockwise)
      grados_servo = grados_servo + incrementos;
    else
      grados_servo = grados_servo - incrementos;

    if (accionEnCurso > 0) {
      accionEnCurso = accionEnCurso - 1;
    } else {
      //*****
      LLAMAMOS a la FUNCION DE CONDUCCION
      //*****
      conducir();
    }
    myservo.write(grados_servo);
  }
}
```

Figura 17. Sección del código donde se define propiamente el giro del mismo.

Ahora se inicia con la operación de la red neuronal y el método de forward propagation, inicialmente se llama a la red para obtener las entradas y están van entrando según vaya detectando la planta, Fig. 18.

```
//USA LA RED NEURONAL YA ENTRENADA
void conducir()
{
  double TestInput[] = {0, 0, 0};
  double entrada1=0, entrada2=0;

  //*****
  OBTENER DISTANCIA DEL SENSOR
  //*****
  double distance = double(Distance_test());
  distance = double(constrain(distance, 0.0, distanciaMaxima));
  entrada1 = ((-2.0/distanciaMaxima)*double(distance))+1.0; //uso una funcion lineal para obtener cercania
  accionEnCurso = ((entrada1 - 1) * multiplicador)+1; // si esta muy cerca del obstaculo, necesita mas tiempo de reaccion

  //*****
  OBTENER DIRECCION SEGUN ANGULO DEL SERVO
  //*****
  entrada2 = map(grados_servo, ANGULO_MIN, ANGULO_MAX, -100, 100);
  entrada2 = double(constrain(entrada2, -100.00, 100.00));

  //*****
  LLAMAMOS A LA RED FEEDFORWARD CON LAS ENTRADAS
  //*****
  Serial.print("Entrada1:");
  Serial.println(entrada1);
  Serial.println(entrada2);
  //Serial.println("Entrada2:");
  Serial.println(entrada2/100.0);

  TestInput[0] = 1.0; //BIAS UNIT
  TestInput[1] = entrada1;
  TestInput[2] = entrada2/100.0;

  InputToOutput(TestInput[0], TestInput[1], TestInput[2]); //INPUT to ANN to obtain OUTPUT

  int out1 = round(abs(Output[0]));
  int out2 = round(abs(Output[1]));
  int out3 = round(abs(Output[2]));
  int out4 = round(abs(Output[3]));
}
```

Figura 18. Sección del código donde se muestra el uso de la red entrenada y el método de forward propagation.

Continuando con el desarrollo del programa, ahora se procede a controlar los motores y se calcula las

activaciones en las capas ocultas, ver Fig. 19.

```
//*****
IMPULSAR MOTORES CON LA SALIDA DE LA RED
//*****
int carSpeed = SPEED; //hacia adelante o atras
if ((out1+out3)==2 || (out2+out4)==2) { // si es giro, necesita doble fuerza los motores
  carSpeed = SPEED * 2;
}

analogWrite(ENA, carSpeed);
analogWrite(ENB, carSpeed);
digitalWrite(IN1, out1 * HIGH);
digitalWrite(IN2, out2 * HIGH);
digitalWrite(IN3, out3 * HIGH);
digitalWrite(IN4, out4 * HIGH);
}

void InputToOutput(double In1, double In2, double In3)
{
  double TestInput[] = {0, 0, 0};
  TestInput[0] = In1;
  TestInput[1] = In2;
  TestInput[2] = In3;

  //*****
  Calcular las activaciones en las capas ocultas
  //*****
  for ( i = 0 ; i < HiddenNodes ; i++ ) {
    Accum = 0; //HiddenWeights[InputNodes][i] ;
    for ( j = 0 ; j < InputNodes ; j++ ) {
      Accum += TestInput[j] * HiddenWeights[j][i] ;
    }
    //Hidden[i] = 1.0 / (1.0 + exp(-Accum)) ; //Sigmoid
    Hidden[i] = tanh(Accum) ; //tanh
  }
}
```

Figura 19. Activación de capas ocultas.

Por último calcula la activación y error en las capas de salida, Fig. 20.

```
//*****
Calcular activacion y error en la capa de Salida
//*****
for ( i = 0 ; i < OutputNodes ; i++ ) {
  Accum = 0; //OutputWeights[HiddenNodes][i];
  for ( j = 0 ; j < HiddenNodes ; j++ ) {
    Accum += Hidden[j] * OutputWeights[j][i] ;
  }
  Output[i] = tanh(Accum) ; //tanh
}
}
```

Figura 20. Activación de capas de salida.

Al ya tener el código de Arduino terminado se siguió con la implementación del circuito eléctrico. Se seleccionaron los componentes de acuerdo con las necesidades del proyecto, se armó el circuito. Se realizaron diagramas para una mejor ejemplificación de este, quedando de la siguiente manera. Primero se muestra el diagrama eléctrico, Fig. 21.

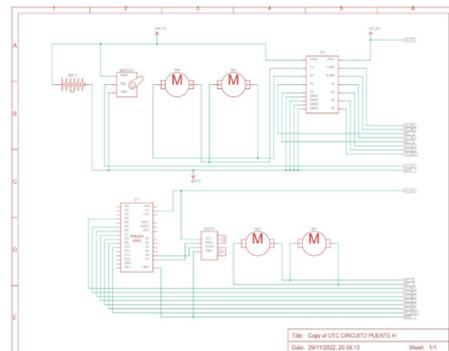


Figura 21. Diagrama eléctrico.

Después se procede a mostrar la representación física

de las conexiones, Fig. 22.

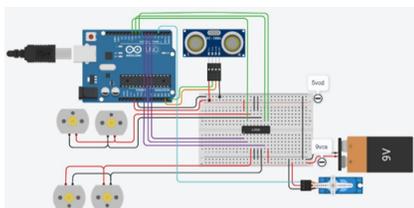


Figura 22. Representación física.

Los componentes que conforman el circuito se muestra en la Fig. 23.

Nombre	Cantidad	Componente
U1	1	Arduino Uno R3
M1 M2 M3 M4	4	Motor de CC
BAT1	1	Pila de 9 V
U2	1	Controlador de motor de puente H
SERVO1	1	Posicional Microservomotor
DIST1	1	Sensor de distancia ultrasónico

Figura 23. Lista de componentes que conforman el prototipo.

Por último, todo se implementó en un chasis hecho de acrílico, en donde se colocaron los motores en posición, y los demás componentes se posicionaron en la parte superior del chasis, siendo acomodados de forma adecuada para que estos puedan cumplir con su función, ver Fig. .

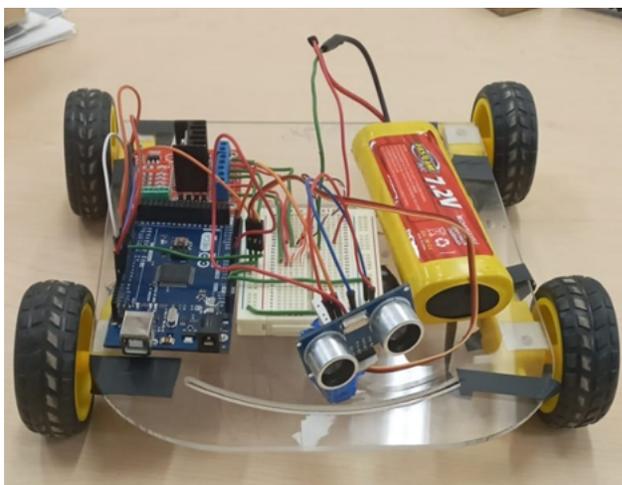


Figura 24. Lista de componentes que conforman el prototipo.

5. Análisis de resultados

Al tener todo montado y programado se realizaron las pruebas, sometiendo la planta a un circuito hecho de cartones para que este los pudiera esquivar. Según lo visto

en estas pruebas el programa funciona de manera correcta, girando a donde debe de girar, haciendo todas las acciones pertinentes y correspondientes.

Al ser este proyecto más implementación que simulación los resultados se obtuvieron de manera visual viendo el comportamiento del carrito.

6. Conclusiones

Se desarrolló controlador local basado en redes neuronales para el control de auto que evade los obstáculos. Utilizando dos entornos de programación para facilitar el trabajo, poniendo a prueba las dos técnicas del perceptrón multicapa.

Como se había planeado el auto logró cumplir el objetivo de esquivar los obstáculos de forma eficiente. Este fue un proyecto que puso en práctica como lo aprendido a lo largo del Mestres, aplicando todo el conocimiento adquirido a lo largo de este.

La red neuronal demostró ser una manera muy poderosa de obtener correlaciones confiables y con un buen nivel de exactitud para ejecutar la aplicación correspondiente.

Referencias

- [1] Alfonso Moreno Rodríguez. Desarrollo de una interfaz gráfica de redes neuronales usando matlab. Master's thesis, 2009.
- [2] Yu-chen Wu and Jun-wen Feng. Development and application of artificial neural network. *Wireless Personal Communications*, 102:1645–1656, 2018.
- [3] Neha Gupta et al. Artificial neural network. *Network and Complex Systems*, 3(1):24–28, 2013.
- [4] Damián Jorge Matich. Redes neuronales: Conceptos básicos y aplicaciones. *Universidad Tecnológica Nacional, México*, 41:12–16, 2001.
- [5] Edgar Nelson Sanchez and Alma Yolanda Alanis. Redes neuronales: conceptos fundamentales y aplicaciones a control automático. *Cinvestav Unidad Guadalajara. Editorial Prentice Hall*, 2006.
- [6] Xabier Maestre Betolaza. Implementación de redes neuronales en plataformas hardware para su aplicación en ingeniería eléctrica. 2021.

- [7] Rubio José de Jesús, Alberto Hernández-Aguilar José, Jacob Ávila-Camacho Francisco, Manuel Stein-Carrillo Juan, and Adolfo Meléndez-Ramírez. Sistema sensor para el monitoreo ambiental basado en redes neuronales. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 17(2):211–222, 2016.
- [8] Sagar Sharma, Simone Sharma, and Anidhya Athaiya. Activation functions in neural networks. *Towards Data Sci*, 6(12):310–316, 2017.
- [9] Robert Hecht-Nielsen. Theory of the backpropagation neural network. In *Neural networks for perception*, pages 65–93. Elsevier, 1992.
- [10] Barry J Wythoff. Backpropagation neural networks: a tutorial. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 18(2):115–155, 1993.
- [11] Chih-Min Lin and Chun-Fei Hsu. Adaptive fuzzy sliding-mode control for induction servomotor systems. *IEEE transactions on energy conversion*, 19(2):362–368, 2004.
- [12] George Bebis and Michael Georgiopoulos. Feed-forward neural networks. *Ieee Potentials*, 13(4):27–31, 1994.
- [13] Daniel Svozil, Vladimir Kvasnicka, and Jiri Pospichal. Introduction to multi-layer feed-forward neural networks. *Chemometrics and intelligent laboratory systems*, 39(1):43–62, 1997.
- [14] Terence D Sanger. Optimal unsupervised learning in a single-layer linear feedforward neural network. *Neural networks*, 2(6):459–473, 1989.