

18, 19 y 20 de Noviembre

**ECONOMÍA
CREATIVA**

PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Congreso Internacional de Ingenierías 2021

18, 19 y 20 de noviembre 2021



**Instituto Tecnológico Superior de Misantla
Año 2021, Número 1.**

ISSN: 2395-9649

Congreso Interdisciplinario de Ingenierías



Información Legal

Congreso Interdisciplinario de Ingenierías, Año VI, Número I, noviembre 2021, es una publicación anual editada y publicada por el Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite, Col. Centro, Misantla, Veracruz. México, C.P. 93821, Teléfono 01 232 323 1545, correo: ttcii2021@itsm.edu.mx; página web: <https://misantla.tecnm.mx/>, página web http://pmii.itsm.edu.mx/productividad/CII/memoriacii_2021.pdf Editor responsable: Dr. David Reyes González. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2017-102716093000-203 otorgada por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Coordinación de la Maestría en Ingeniería Industrial ITSM, MII. Ana Roselyn Pérez Méndez, Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite, Col. Centro, Misantla, Veracruz. México, C.P. 93821, fecha de última modificación, 30 de noviembre de 2021.

Se autoriza cualquier reproducción parcial de los contenidos o imágenes de la publicación siempre y cuando sea sin fines de lucro y para usos estrictamente académicos, citando invariablemente la fuente dando los créditos a los autores del artículo.

El contenido de los artículos publicados es responsabilidad de los autores y no representa el punto de vista del editor de la revista electrónica del Congreso Interdisciplinario de Ingenierías 2021.



CONGRESO INTERDISCIPLINARIO DE INGENIERÍAS

Año 2021 | No. I

**ECONOMÍA
CREATIVA**

PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE



Subsecretaria de Educación Superior

**Dirección General de Educación Superior
Tecnológica**

Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Congreso Interdisciplinario de Ingenierías

CII 2021



Directorio

Director General ITSM, México

Dr. Daniel Villanueva Vásquez

Director Académico ITSM, México

Dr. Hugo Romero Montoya

Director de Planeación y Vinculación

M.A. José Edgar Soto Meneses

Director de Servicios Administrativos ITSM, México

Ing. Carlos Raúl Lazcano Mata

Subdirector de Posgrado ITSM, México

Dr. Daniel Martínez Navarrete

Coordinadora de la Maestría en Ingeniería Industrial ITSM, México

MII. Ana Roselyn Pérez Méndez

Cuerpo Editorial

Editor General

Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Editores

Dr. David Reyes González

MII. Ana Roselyn Pérez Méndez

Comité Revisor

Dr. Daniel Martínez Navarrete

Dr. David Lara Alabazares

Dr. David Reyes González

Dr. Eddy Sánchez de la Cruz

Dr. Gregorio Fernández Lambert

Dr. Gustavo Martínez Castellanos

Dr. Isidro Rodríguez Montoro

Dr. Luis Carlos Sandoval Herazo

Dr. Luis Mejía Macario

Dr. Roberto Ángel Melendez Armenta

Dr. Rodrigo Vivar Ocampo

Dr. Saúl Santiago Cruz

Dra. Yodaira Borroto Pentón

Dra. María Cristina López Méndez

MIA. Luis Enrique García Santamaría

MC. José de Jesús Ruiz Zamora

MC. Saúl Reyes Barajas

MC. Vladimir Zagoya Juárez

ME. Leticia Díaz Domínguez

MII. Ana Roselyn Pérez Méndez

MII. Gabriel Grosskelwing Núñez

MII. Graciela Elizabeth Nani González

MII. Margarito Landa Zárate

MII. Mario Pérez Acosta

MSC. Fernando Alberto Hernández Guevara

MVT. Pablo Julián López González



Corrección de Estilo

Lic. Jorge Obdulio Gerón Borjas ITSM, México
Dr. Rodrigo Vivar Ocampo UABC, México

Diseño Editorial

Lic. Erik Balderas González ITSM, México

Distribución

Publicación electrónica disponible en:

http://pmii.itsm.edu.mx/productividad/CII/memoriacii_2021.pdf

Correo electrónico: tcii2021@itsm.edu.mx



Introducción

El Congreso Interdisciplinario de Ingenierías es un espacio multidisciplinario anual del Instituto Tecnológico Superior de Misantla, cuyo objetivo principal es compartir resultados de investigaciones científicas realizadas por estudiantes y académicos investigadores de los programas de ingeniería perteneciente al Tecnológico Nacional de México, Centros de Investigación e Instituciones de Educación Superior del país.

Las áreas de interés de esta primera edición están principalmente relacionadas con el mejoramiento de las PYMES y Decisiones Gerenciales. Así mismo, todos los trabajos están dirigidos a especialistas en las distintas áreas de interés. Los trabajos aceptados provienen de investigación experimental, descriptiva, análisis o inferencias, estudios de casos analizados mediante técnicas cuantitativas, cualitativas o una combinación de ambas. También se integran al documento trabajos basados en investigación bibliográfica que permiten un avance en el estudio del tema.

Esta publicación está dirigida al público en general con interés en las temáticas expuestas, y se espera sirvan de referencias para nuevos trabajos de ingeniería.



Contenido

Desarrollo de una herramienta para la comprensión del concepto del algoritmo genético	...	001 - 006
<i>José Daniel López Mendiola, Eduardo Vázquez-Santacruz</i>		
Modificación química del almidón de arroz (<i>Oryza Sativa</i>) y papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) por silanización con trimetoximetilsilano	...	007 - 014
<i>Emmanuel Lozano Pineda, Rene Salgado Delgado, Juan Pablo Hernández Uribe, Alfredo Olarte Paredes, Areli M. Salgado Delgado</i>		
Detección automática de melanoma en lesiones de piel	...	015 - 027
<i>Verónica Dennise Organista Vázquez, José Antonio Montero Valverde, Miriam Martínez Arroyo, Eloy Cadena Mendoza</i>		
Análisis para el desarrollo de una plataforma web para la evaluación del desempeño laboral	...	028 - 033
<i>María Guadalupe Martínez Hernández, Luis Ramos Baños, Mercedes Hernández de la Cruz, Juan Miguel Hernández Bravo</i>		
Modelo logístico y análisis factorial para explicar el crecimiento de setas comestibles de <i>Pleurotus Ostreatus</i>	...	034 - 042
<i>Luis Felipe Juárez-Santillán, Georgina Martínez-Reséndiz, Jocabel Extopan-Molina, José de Jesús López-Ceballos, Juan Pablo Reyes-Gómez</i>		
Herramienta Lean Manufacturing en el incremento de la productividad: caso MiPyME's	...	043 - 049
<i>Nayeli Montalvo-Romero, Aaron Montiel-Rosales, Ana Kareem Jasso-Vázquez, Erandy Saray Hernández-Rivera, José Alejandro Méndez Trujillo</i>		
Aplicación móvil para la enseñanza de las matemáticas en estudiantes de educación básica	...	050 - 056
<i>Esteban De Jesús Zavaleta Sánchez, Miguel Ángel Torres Medel, José Antonio Hiram Vázquez López, Pedro Arguijo, Roberto Ángel Meléndez-Armenta</i>		
Comparación de parámetros físico-químicos en suelo aplicando tres diferentes tratamientos (nopal, sábila, lluvia sólida) como coadyuvantes de humedad en <i>Coriandrum Sativum</i>	...	057 - 063
<i>Christopher Falla Ortega, Georgina Martínez-Reséndiz, Luis Felipe Juárez-Santillán, Graciela Elizabeth Nani González, Jocabel Extocapan Molina</i>		
Reducción de los costos asociados a los embarques de producto no-conforme bajo la ISO 9001:2015	...	064 - 071
<i>Aaron Montiel-Rosales, Nayeli Montalvo-Romero, Iván Ramos-Plata, Barsimeo González-Panzo, Nadia Yazmín Hernández Osorio</i>		



Diseño y construcción de un medidor de estrés térmico electrónico para medir el índice WBGT	...	072 - 078
<i>Romeo García Cruz, Ana Roselyn Pérez Méndez, Mario Pérez Acosta, Olimpo Manuel Cárdenas Anaya</i>		
Aplicación de tarjetas didácticas virtuales en el aprendizaje de inglés como lengua extranjera	...	079 - 084
<i>Oscar García, Carlos Rivero, José Antonio Hiram Vázquez López, Pedro Arguijo, Roberto Ángel Meléndez-Armenta</i>		
Evaluación de emisiones en un motor para mezclas de biodiésel obtenido a partir de <i>Ricinus Communis</i>	...	085 - 093
<i>Luis Armando Galván Camacho, Miguel Ángel Ramos López, Luis Alberto Morales Hernández</i>		
Desarrollo de soluciones basadas en inteligencia artificial para la solución de laberintos	...	094 - 097
<i>Stephani Haro Peña, Daniella Librado Serrano, Axel Nieto Tolentino, José Darío Rosas Servín, Eduardo Vázquez Santacruz</i>		
Innovaciones tecnológicas con tendencias de alto impacto social	...	098 - 107
<i>Alejandro Orozco Delgado, Sharylin Centeno Córdova, Samantha Delis López, Esther Jiménez Morales, Flor Radilla López, Eduardo Vázquez Santacruz</i>		
Creación de una herramienta basada en inteligencia artificial para ayudar a personas sordas	...	108 - 112
<i>Alberto Hernández Cárdenas, Eduardo Vázquez Santacruz</i>		
Análisis del proceso de la producción de tortillas de maíz en una tortillería del municipio de Misantla, Veracruz, un enfoque estadístico	...	113 - 122
<i>Jose David Mendez Villa, Mayra Lizeth Mendez Oloarte, Janice Sanchez Landa, Lorena Ivette Candanedo Jacome, Yodaira Borroto Pentón</i>		
Aplicación de una metodología integrada basada en LCA a una cadena productiva dentro de una empresa avícola mediante la teoría de restricciones	...	123 - 132
<i>Perla Esmeralda Bobadilla López, Brenda Emilia Rivera Martínez, Brayan Daniel Hernández Cuervo</i>		
Adoptar la realidad virtual como arma para combatir las fobias	...	133 - 142
<i>Fernando Alemán Hernández, Eduardo de la Cruz Gámez, Miriam Martínez Arroyo, Mario Hernández Hernández</i>		



Análisis de indicadores de productividad en planeación en agencia Volkswagen del estado de Puebla	...	143 - 151
<i>Hugo Alberto Bravo Quintero, José Aparicio Urbano</i>		
Plataforma de apoyo para el diagnóstico nutricional (PADN)	...	152 - 161
<i>Michelle Padilla Torres, Eduardo Vázquez Santacruz, Roxana Méndez García, Flor Radilla López, Elvia Morales Turrubiates</i>		
Sistema de reconocimiento facial aplicado a la seguridad de una guardería	...	162 - 178
<i>Paola Alejandra Serret Martínez, Eduardo Vázquez Santacruz</i>		
Optimización de costos de generadores eléctricos y localización de planta para la empresa "agroganadera el ranchito, S.A. de C.V."	...	179 - 188
<i>Martha Elena Rodríguez Hernández, Gabriela Ortiz Monterde, Dulce Angelica Rivera Carrera, Yajseel Aurelio Pérez Álvarez, Carlos Reyes Mata</i>		
Construcción de un dataset multiclase de ondas sonoras del llanto de bebés neonatos.	...	189 - 195
<i>Gabriel Domínguez Sánchez, Eddy Sánchez-delaCruz</i>		
Humedales ornamentales como alternativa de recuperación de arroyos interurbanos	...	196 - 204
<i>María de Jesús Samanta Arroyo León, Cleotilde Anahí Álvarez Contreras, Melissa Leticia Mérida Baldebarrano, Brenda Edith Luna Fernández, Alma Lorena Hernández Reyes</i>		
Sistema de menús nutritivos infantiles para guardería	...	205 - 213
<i>Karla Guadalupe Salinas Guinto, Eduardo Vázquez Santacruz</i>		



Desarrollo de una herramienta para la comprensión del concepto del algoritmo genético

José Daniel López Mendiola ¹, Eduardo Vázquez Santacruz ²

danolopez0614@gmail.com
evazquez.santacruz@izt.uam.mx

Contacto:
danolopez0614@gmail.com
(+52) 5552139033

Área temática: **Inteligencia Artificial**

¹José Daniel López Mendiola, Licenciatura, Ciencia Básica e Ingeniería, Universidad Autónoma de México.

²Eduardo Vázquez Santacruz, Doctorado, Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Autónoma Metropolitana

RESUMEN: *Mediante reglas básicas de un juego reconocido (el ajedrez), se realizará un algoritmo inspirado en la adaptación evolutiva. Tomaremos tableros de 4x4, y mediante el uso de una reina, serán colocadas dentro del tablero, una reina por cada fila, obtendremos nuestra función de probabilidad, tras sacar el número de reinas asesinadas entre sí. Se tomará un conjunto de entes o sujetos, con una función adaptativa dada por el número de reinas que se matan entre sí, el algoritmo favorecerá siempre a los que tengan mayor adaptabilidad. Estos sujetos se podrán reproducir, dada su probabilidad de mutación y un cruce, definirá las posiciones de la reina del hijo, lo ideal es que los hijos siempre tiendan a tener mayor adaptabilidad a su entorno. Al correr el algoritmo con diferentes conjuntos de personas y diferentes probabilidades de*

mutación, se observará como el algoritmo suele siempre tender a la mayor adaptabilidad, tal cual pasa en la naturaleza.

PALABRAS CLAVE: *Adaptabilidad, mutación, cruce, generación, evolución, algoritmo.*

ABSTRACT: *Using the basic rules of a recognized game (chess), an algorithm inspired by evolutionary adaptation will be made. We will take 4x4 boards, and by using a queen, they will be placed inside the board, a queen for each row, we will obtain our probability function, after taking out the number of queens killed each other. A set of entities or subjects will be taken, with an adaptive function given by the number of queens that kill each other, The algorithm*



will always favor those with greater adaptability. These subjects will be able to reproduce, given their probability of mutation and a crossing, will define the positions of the queen of the child, the ideal is that the children always tend to have greater adaptability to their environment. When running the algorithm with different sets of people and different probabilities of mutation, it will be observed how the algorithm always tends to tend to the greatest adaptability, as it happens in nature.

KEYWORDS: *Adaptability, mutation, crossing, generation, evolution, algorithm.*

INTRODUCCIÓN (título mayúscula)

A lo largo del tiempo las especies han estado en un constante cambio para la supervivencia, las especies que no se adaptan con éxito a los cambios de su entorno no se reproducen por lo tanto no sobreviven. Al reproducirse transmiten a su descendencia algunas de sus características, y otras son modificadas, esta alteración o cambio en la carga genética, se le denomina Mutación. Las mutaciones son la materia prima de la evolución, La evolución tiene lugar cuando una nueva versión de un gen, que originalmente surge por una mutación, aumenta su frecuencia y se extiende a la especie gracias a la selección natural o a tendencias genéticas aleatorias. Este proceso fue pasado a la informática, viendo a los individuos como soluciones potenciales a un problema de optimización y el ambiente al que pertenece es la función objetivo y sus restricciones. El objetivo de este algoritmo de búsqueda es hacer evolucionar una población de individuos a través de acciones aleatorias semejantes a las que actúan según la teoría de la evolución biológica como mutaciones y

recombinaciones genéticas. Además, hacen una selección de acuerdo con alguna función de aptitud que decide cuáles son los individuos más aptos que sobreviven y cuáles los menos aptos que son descartados. En un algoritmo genético, los individuos pueden ser codificados como cadenas binarias, que representan el cromosoma o genotipo del individuo. Por otra parte, el valor real al que codifica el genotipo es llamado fenotipo. Son las cadenas binarias las que pasan por operaciones de recombinación genética y mutaciones. De forma más particular, un algoritmo genético simple ejecuta tres operaciones básicas: reproducción, cruza, mutación

MATERIAL Y MÉTODOS

Se desarrolla un algoritmo basado en la genética, con el uso de herramientas graficas brindaremos al usuario un entorno donde se le facilitará la comprensión de este algoritmo, donde de manera gráfica se representarán los procesos que se realizan en una evolución. Se usará como apoyo visual un tablero inspirado en un tablero de ajedrez, nuestra función que defina el nivel de adaptación será dada por una Reina (pieza del tablero de ajedrez) la cual, dado sus posibles movimientos se cuantificara a cuantas reinas se mataran entre sí como se muestra en la figura 1. Las muertes de las Reinas se cuentan en pares, el maximo de asesinatos es de 6 Reinas.

Tomamos un total de 8 tableros, a estos los llamamos nuestros individuos, Mediante el proceso de selección natural, sabemos que los más aptos son los que tienen mayor probabilidad de pasar a la siguiente fase (en este caso, los de mayor adaptación serían los que matan 6 reinas).

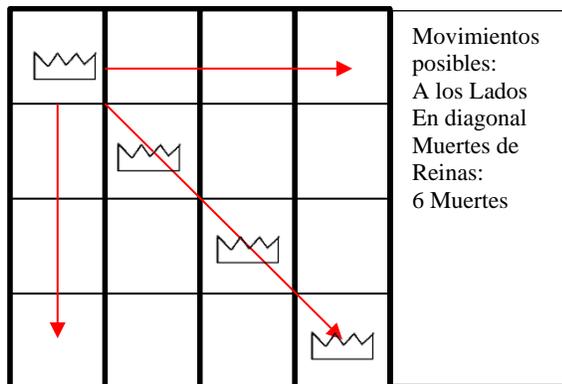


Figura 1. Representación del tablero y movimiento de la reina.

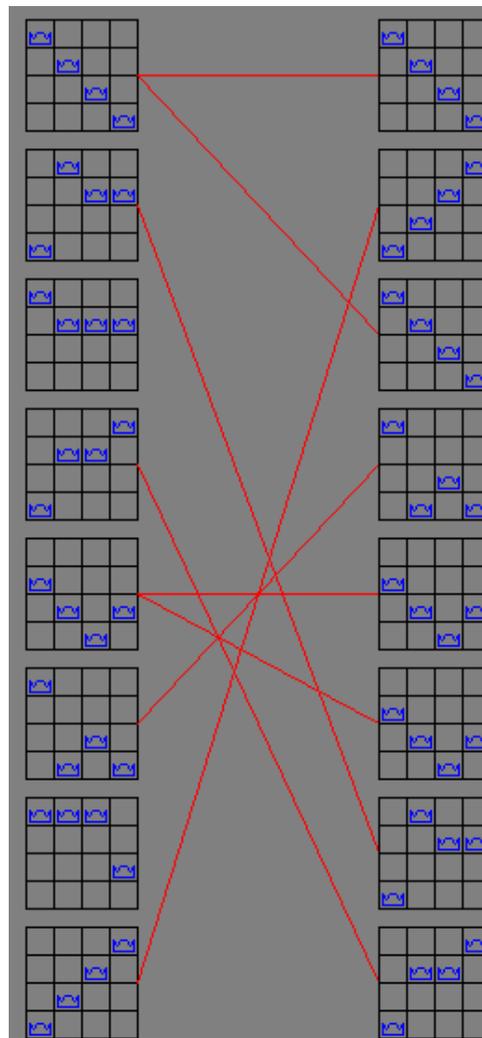
Fuente: elaboración propia.

En la figura 2. Observamos como trabajaría nuestra probabilidad, en este caso podemos observar como en los tableros iniciales teníamos en su mayoría tablas con 4 asesinatos, pero dada la posibilidad se puede observar como al pasar las tablas, en su mayoría son de alta adaptación.

Tabla 1. Datos de probabilidad
Fuente: elaboración propia.

Adaptación	Probabilidad de pasar
0 -> 4	33.333%
5 -> 6	66.666%

Al tener la generación intermedia procederemos a representar las reproducciones, en este caso tomamos una probabilidad del 50% de mutación, estas mutaciones se darán tomando una variable llamada, cruce, la cual definirá la cantidad de información que se pueda intercambiar en este par de mamá y papá, como se indica en la figura 3, en la que se puede observar como el primer hijo no tuvo mutaciones, pero en cambio el segundo hijo si tuvo mutaciones, esto es por la probabilidad del 50%. Al finalizar, podremos obtener el resultante de estos individuos (Vease anexo 1).



	Reinas Asesinadas	
	Inicial	Final
Tablero 1 :	6	6
Tablero 2 :	3	6
Tablero 3:	4	6
Tablero 4:	4	5
Tablero 5:	5	5
Tablero 6:	5	5
Tablero 7:	4	3
Tablero 8:	6	4

Figura 2. Ejemplo del funcionamiento de la probabilidad

Fuente: elaboración propia.



Año 2021 | No. I

Congreso Interdisciplinario de Ingenierías

ISSN: 2395-9649

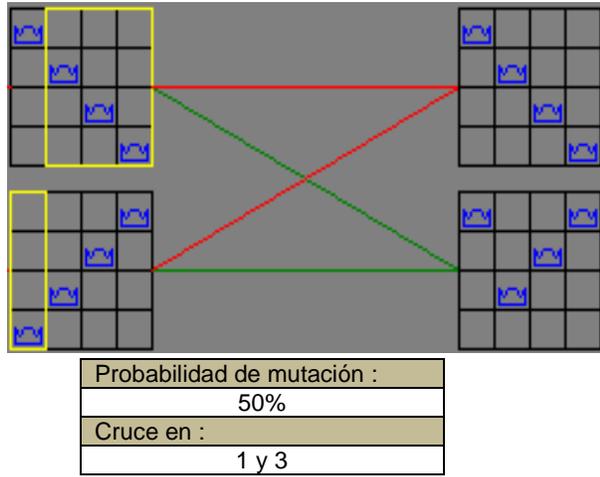


Figura 3. Ejemplo del funcionamiento de la mutación
Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

Para obtener resultados más acertados, procedí a correr el algoritmo con diferentes probabilidades de mutación, en dado caso que pasado 10 generaciones los hijos no converjan en un punto, serán representados con un -1.

Tabla 2. Probabilidad de mutación
Fuente: elaboración propia.

Probabilidad de Mutación	10 %	15 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Tendencias de los individuos tras 10 generaciones	6	5	4	-1	6	4
	2	-1	6	2	5	5
	5	5	5	4	5	4
	5	5	-1	3	5	5
	-1	-1	5	5	4	5
	4	6	1	2	5	5
	5	4	5	3	3	2
	5	5	3	4	2	4
	4	5	5	5	5	4
	5	3	2	6	5	6
	6	5	3	5	5	6
	6	5	5	4	1	2
	5	4	5	5	5	6
	6	5	4	3	5	5
	5	6	5	2	4	3

Dado estos datos podemos graficar.

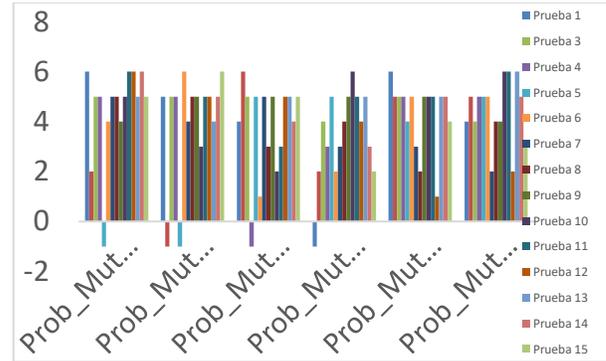


Figura 4. Probabilidad de mutación.
Fuente: elaboración propia.

Al tomar todos estos datos podemos crear una gráfica mas, donde nos muestre la media y moda de cada probabilidad, observamos como el algoritmo tiende a una alta adaptación.

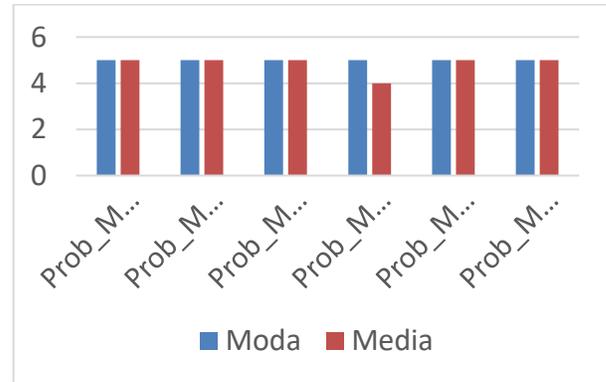


Figura 5. Media y moda de las probabilidades.
Fuente: elaboración propia.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Metropolitana por brindarme el acceso a algunos programas de paga.
A mi profesor Eduardo Filemón Vázquez por darme su tiempo para explicarme dudas, y su interés por que entendamos la materia.

**CONCLUSIONES**

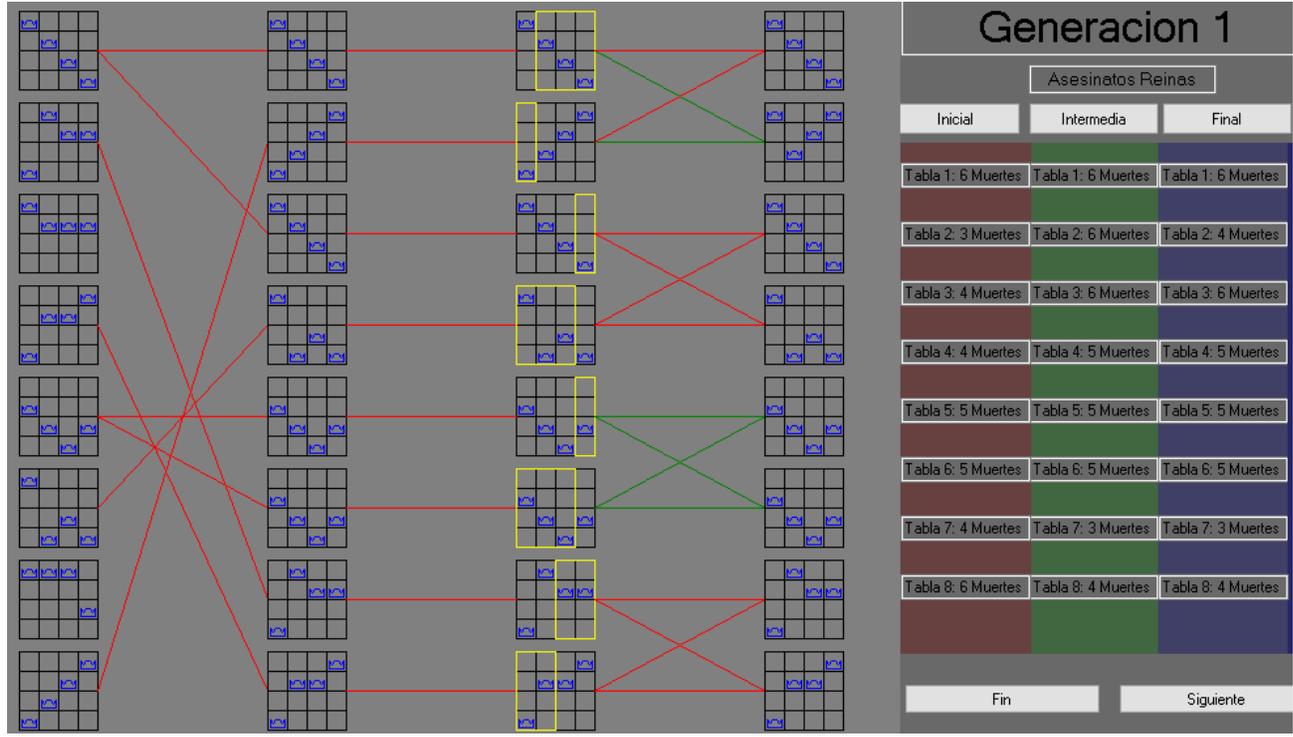
Los datos obtenidos por la prueba, nos corrobora que el algoritmo ha sido bien implementado, en un futuro, me gustaría añadir más algoritmos a este programa, para hacer una base de datos con el único fin de ser un apoyo para estudiantes de diferentes niveles académicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Concepto.** 2021. *Resumen - Concepto, tipos, cómo hacer un resumen y ejemplos.* [online] Available at: <<https://concepto.de/resumen-2/>> [Accessed 15 October 2021].
2. **Edx.org.** 2021. [online] Available at: <<https://www.edx.org/es/aprende/evolucion>> [Accessed 15 October 2021].
3. **Checa Rojas, A.,** 2017. *Evolución: conceptos básicos para la comprensión de la vida y nuestra salud.* [online] Conogasi. Available at: <<http://conogasi.org/articulos/evolucion-conceptos-basicos-para-la-comprension-de-la-vida-y-nuestra-salud/>> [Accessed 15 October 2021].
4. **Gallo, G.,** 2021. *Algunas consideraciones sobre la Evolución.* [online] Inecol.mx. Available at: <<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/749-algunas-consideraciones-sobre-la-evolucion>> [Accessed 15 October 2021].
5. **Juarez Casillas, L. and Varaz, C.,** 2011. *Genética evolutiva y molecular de la familia Ursidae: una revisión bibliográfica actualizada.* [online] Scielo. Available at: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-33642011000100004&script=sci_arttext> [Accessed 15 October 2021].
6. **Kristan, L.,** 2003. *Teoría de la evolución de Darwin.* [online] Chematierra.mx. Available at: <<https://chematierra.mx/wp-content/uploads/2019/06/CHEMA13web.pdf>> [Accessed 15 October 2021].
7. **García Bergua, A.,** 2021. *Código genético, mutaciones y selección natural.* [online] Cienciorama.unam.mx. Available at: <http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/151_cienciorama.pdf> [Accessed 15 October 2021].
8. **Sgpwe.izt.uam.mx.** 2021. *Evolución y mutación.* [online] Available at: <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/jaislocr/BIOQUIMICA_I/EvolucionyMutacion.pdf> [Accessed 15 October 2021].
9. **Genome.gov.** 2021. *Código genético | NHGRI.* [online] Available at: <<https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Codigo-genetico>> [Accessed 15 October 2021].
10. **Garduño Flores, R.,** 2018. *Algoritmos genéticos.* [online] Conogasi. Available at: <<http://conogasi.org/articulos/algoritmos-geneticos/>> [Accessed 15 October 2021].



ANEXO 1. Ejemplo del funcionamiento del algoritmo.



Fuente: Elaboración propia.



Modificación química del almidón de arroz (*Oryza sativa*) y papa (*Solanum tuberosum*) por silanización con Trimetoximetilsilano.

Emmanuel Lozano Pineda ¹, René Salgado Delgado², Juan Pablo Hernández Uribe³, Alfredo Olarte Paredes⁴, Areli M. Salgado Delgado⁵

mano_53h@hotmail.com
 rene.sd@zacatepec.tecm.mx
 hernandez8391@uaeh.edu.mx
 alfredo.op@zacatepec.tecnm.mx
 areli.sd@zacatepec.tecnm.mx

Contacto:
 mano_53h@hotmail.com
 7341559949

Área Temática: **Alimentos**

¹Licenciatura en ingeniería bioquímica, TecNM/Instituto Tecnológico de Zacatepec.

²Doctorado en ingeniería, TecNM/Instituto Tecnológico de Zacatepec.

³Doctorado en ciencias en desarrollo de productos bióticos, Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAp), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

⁴Doctorado en ciencias en polímeros, TecNM/Instituto Tecnológico de Zacatepec.

⁵Doctorado en ciencias en polímeros, TecNM/Instituto Tecnológico de Zacatepec.

RESUMEN: Se silanizo almidón de arroz de la variedad A98 con denominación de origen del estado de Morelos, así como almidón de papa, con el fin de modificar su hidrofobicidad y mejorar sus propiedades funcionales. Se empleó un análisis con espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) para determinar la presencia del Trimetoximetilsilano (MTMS) en el almidón y se evaluó su morfología mediante el uso de microscopía electrónica de barrido (SEM), así como el cambio en sus propiedades funcionales evaluando el ángulo de contacto, el factor de hinchamiento (FH) y la capacidad de absorción de agua (CAA). Obteniendo almidones silanizados hidrófobos, presentando el almidón de papa un ángulo de contacto de 132° y el de arroz de 130°,

así como cambios en su densidad y funcionalidad, disminuyendo el FH y la CAA en el caso del almidón de papa e incrementando en el almidón de arroz.

PALABRAS CLAVE: Almidón hidrofóbico, Almidón modificado, Arroz A98, Hidrofobización, Trimetoximetilsilano,

ABSTRACT: Rice starch of the A98 variety with a denomination of origin of the state of Morelos was silanized, as well as potato starch, in order to modify its hydrophobicity and improve its functional properties. Fourier transform infrared spectroscopy analysis was used to determine the presence of Trimethoxymethylsilane in starch and its morphology was evaluated using scanning



electron microscopy, as well as the change in its properties. functional by evaluating the contact angle, the swelling factor and the water absorption capacity. Obtaining hydrophobic silanized starches, presenting the potato starch a contact angle of 132 ° and that of rice of 130 °, as well as changes in its density and functionality, decreasing the HF and the CAA in the case of potato starch and increasing in rice starch.

KEYWORDS: *Hydrophobic starch, Hydrophobization, Modified starch, Rice A98, Trimethoxymethylsilane.*

INTRODUCCIÓN

El almidón es un biopolímero abundante y ampliamente biodisponible que se puede extraer de fuentes vegetales como tubérculos, frutas y cereales. Sus características y propiedades dependen de la fuente de la que se extrae y debido a esto, diversas investigaciones se centran en encontrar usos y aplicaciones para almidones de orígenes no convencionales. En el Estado de Morelos se cuenta con variedades de arroz que tienen una denominación de origen, debido a que las características de este cereal que es cultivado en la zona son particulares, como lo es un mayor tamaño de las reservas de almidón en el grano [1]. Entre las cualidades que posee el almidón de arroz están el tamaño pequeño del gránulo de almidón y su morfología poliédrica.

En las últimas décadas diversos polisacáridos se han sometido a modificaciones químicas con el fin de buscar alternativas más ecológicas para diversas aplicaciones [2]. Con el fin de darle un valor agregado al almidón de arroz de la variante A98 cultivado en Morelos, el presente trabajo propone estudiar la respuesta de este polisacárido ante un proceso de modificación por injertos de Trimetoximetilsilano y compararlo con el almidón de papa modificado del mismo modo. Con la finalidad de caracterizar parcialmente

su funcionalidad mediante el uso de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, evaluando su morfología en el microscopio electrónico de barrido, analizando el ángulo de contacto, el factor de hinchamiento y la capacidad de absorción de agua y de esta forma proponer un posible uso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usó arroz de la variedad A98 de la marca "Soberano" para el aislamiento del almidón. El almidón de papa se adquirió de la marca SIGMA-ALDRICH (CAS: 9005-25-8), así como también el hidróxido de sodio (CAS: 1310-73-2) y el Trimetoximetilsilano (CAS: 1185-55-3), el hidróxido de potasio (CAS: 1310-58-3) se adquirió de la marca Karal.

Aislamiento

Se realizó el aislamiento de almidón de arroz mediante una hidrólisis alcalina [3]. 500 g de arroz se sumergieron en 2 L de una solución 0.1 M de hidróxido de sodio y se dejaron reposar durante 24 h bajo condiciones ambientales, pasado ese tiempo se eliminó el sobrenadante y el arroz se molió empleando una licuadora marca Oster (Modelo 6844-000-N01) bajo una velocidad moderada. La mezcla resultante se hizo pasar por un tamiz con número de malla 50 y 100, realizando lavados con solución de NaOH (0.1 M) entre cada tamiz. Se ajustó el pH de la mezcla a 6.5 con ácido clorhídrico 0.2 N y se tamizó la mezcla con una malla No. 200 realizando lavados con agua destilada. La solución se dejó reposar durante 24 h a una temperatura de 4 °C, eliminando al final el sobrenadante y sometiendo a centrifugación de 1000 rpm durante 5 min en una centrifuga (modelo 800D) desechando nuevamente el sobrenadante para dejar secar el precipitado en un horno de vacío marca SHEL LAB (Modelo VA1) a 40 °C.



Modificación

La silanización del almidón se llevó a cabo de acuerdo a lo reportado en la literatura [4], mezclando 18 mL de trimetoximetilsilano con 300 mL de agua destilada en una parrilla de agitación magnética a 50 °C. Se agregaron 32 g de almidón previamente secado y se agitó magnéticamente hasta su homogenización, para después añadir 2 g de hidróxido de potasio de forma paulatina. Posteriormente la mezcla se mantuvo a 50 °C y con agitación magnética por 4 h, para después filtrarse y secar el precipitado en el horno de convección a 60 °C por 24 h. Una vez seco, se realizó un lavado del almidón modificado con 20 mL de tetrahidofurano para después secarlo nuevamente a 60 °C por 24 h.

Caracterización

El almidón tanto nativo como modificado se analizó con espectroscopia infrarroja de transformada de Fourier en el espectrómetro marca Perkin Palmer, realizando la lectura en el intervalo de número de onda de 4000 a 400 cm^{-1} . También se determinó la morfología de los almidones usando un recubrimiento por pulverización de oro con bombeo molecular turbo en el depositór de películas delgadas (marca DENTON VACUUM modelo Desk V), para después observar las muestras en el microscopio electrónico de barrido (marca JEOL modelo JSM-6010LA).

Para la evaluación del factor de hinchamiento y la capacidad de retención de agua [5], se pesó 0.1 g de almidón y se sumergieron en 10 mL de agua, dentro de tubos de centrifuga previamente pesados, se mezclaron en agitador vortex por 30 s y se calentaron en baño maría a una temperatura de 50, 60, 70 y 80 °C durante 30 min con periodos de agitación en agitador vortex. Pasado ese tiempo los tubos se sometieron a centrifugación a 3000 rpm durante 15 minutos. El sobrenadante de los tubos se colocó por decantación sobre cajas Petri que habían sido

secadas previamente por 2 h a 105 °C, se registró el peso del gel precipitado y se secó el sobrenadante y gel en el horno a 105 °C durante 24 h. Se pesaron las muestras y se realizaron los cálculos siguientes:

$$F.H = \frac{\text{Peso de gel}}{\text{Peso de la muestra} - \text{Peso de oídos solubles}} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$C.R.A = \frac{\text{Peso del gel} - \text{Peso del gel seco}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100 \quad \text{Ec. (2)}$$

La medición del ángulo de contacto se realizó de acuerdo a la norma ASTM D7334. Se dejó caer una gota de 20 μL de agua destilada a 20 °C sobre una placa de las muestras de almidones y se fotografiaron empleando un microscopio óptico digital. El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo usando el software Minitab 18 Statistical Software mediante un análisis Tukey con un nivel de significancia de 0.05.

RESULTADOS

FTIR

El análisis FTIR permitió cerciorarse de la presencia de los grupos funcionales característicos del almidón, en la Figura 1 es posible observar picos entre 900 - 1200 cm^{-1} , que son atribuidos al estiramiento en enlaces C-O, estas señales se relacionan con el almidón ya que representan la presencia de la glucosa [6], además de que la intensidad de los picos presentes entre el intervalo de número de onda 1047 - 1022 cm^{-1} pueden estar relacionados con la zona cristalina y la amorfa de estos polisacáridos, es notable que el almidón de arroz presento un porcentaje de transmitancia menor, lo que podría indicar un mayor contenido de estos enlaces. También puede observarse señales que se ubican en la longitud de onda de 3300 cm^{-1} , que se relacionan con la tensión de los grupos -OH, principalmente asociados a puentes de hidrogeno, los mismos que se ven reducidos en los almidones modificados, lo que podría indicar la sustitución de estos grupos funcionales debido a la silanización, así como

una reducción de la humedad en las muestras. En la Figura 1b se pueden observar señales que indican la presencia del silano funcionalizado empleado en la modificación del almidón.

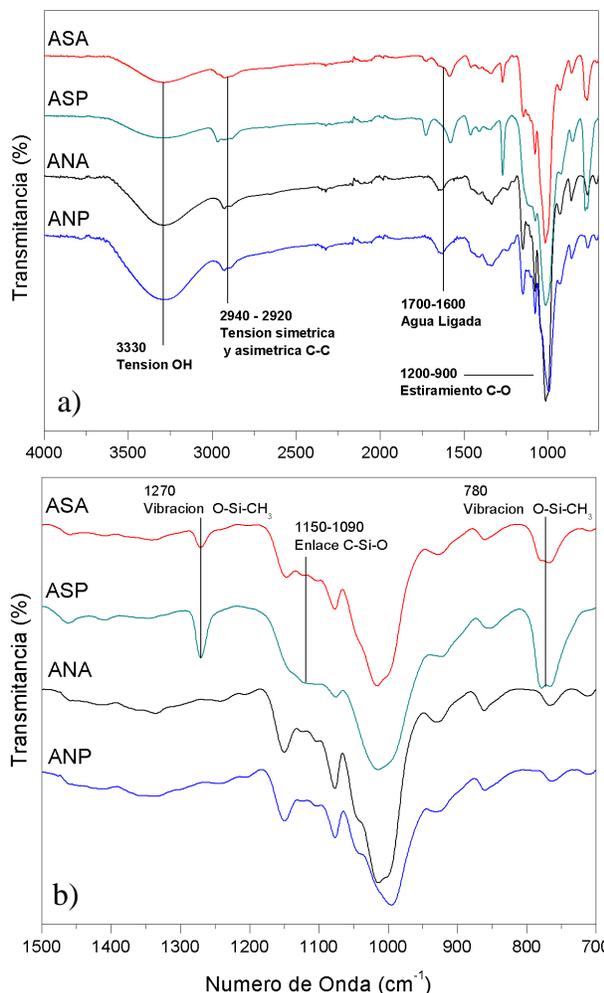


Figura 1. Espectro infrarrojo de los almidones nativos de papa (ANP), de arroz (ANA) y modificados (ASP y ASA respectivamente), en el intervalo de número de onda de a) 1000-4000 cm^{-1} y b) 700-1500 cm^{-1} . Fuente: elaboración propia.

Estos picos se encuentran en la longitud de onda de 1270 y 780 cm^{-1} y se relacionan a la vibración del enlace O-Si-CH₃ [7], los cuales son característicos del MTMS. En el intervalo 1150-1090 se presenta una señal relacionada

al enlace Si-O-C, que se adjudica a la reacción de condensación de grupos hidroxilo durante la silanización [8]. La intensidad de esta señal es más notable en el almidón de papa que en el almidón de arroz.

SEM

La morfología y el tamaño del granulo de los almidones se observa en la Figura 2. Los gránulos de almidón de arroz presentan un tamaño inferior respecto a los de papa, además de que su particular estructura poliédrica los hace notablemente diferentes. Esta morfología ha sido atribuida a la competencia en la maduración que puede alcanzar el almidón en este cereal, provocando que las partículas que alcanzan primero la maduración, y son más rígidas, ejerzan presión sobre aquellas que no han logrado consolidar su estructura dura, dando lugar a formas poliédricas irregulares [9]. En los gránulos modificados (Figura 3b y 3d) se observan partículas adheridas al almidón formando agregados o grumos sobre los gránulos, por su tamaño estas son más apreciables en el almidón de papa y pueden ser atribuidas a los injertos del MTMS.

De acuerdo al análisis de espectroscopia de rayos X de energía dispersiva (EDS), las muestras de ASA analizadas presentaron 17.15% en masa de silicio (Anexo 1), un menor contenido comparadas con las muestras de ANP que presentaron 27.26%. En el caso de almidón de arroz su morfología poliédrica y menor tamaño podría contribuir a disminuir su porcentaje de silanización. Se han reportado estructuras similares en nano cristales de almidón modificados con Hexadeciltrimetoxi silano donde se pudo observar estructuras agregadas y una cobertura no uniforme que afecto su funcionalidad [8]. En otros artículos [10] se encontraron grumos parecidos al modificar quitosano con trivlorovinil silano y su análisis EDS reporto un 7.88% en masa de Silicio.



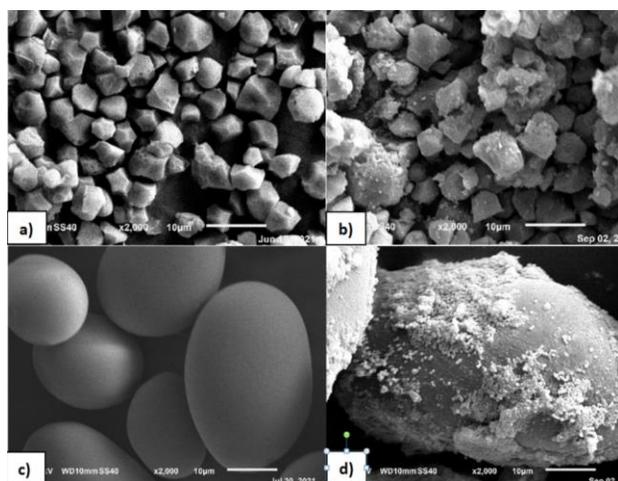


Figura 2. Micrografías de almidón de arroz y de papa nativos (a y c respectivamente) y modificados (b y d). Fuente: elaboración propia.

Angulo de contacto

Las fotografías tomadas mediante el microscopio óptico para la medición del ángulo de contacto se muestran en la Figura 3. En el caso del almidón de arroz se logró medir un ángulo promedio de 37° , mientras que las muestras de ANP la absorción de la gota fue instantánea, mostrando que son materiales altamente hidrofílicos, lo cual es asumible debido a la gran cantidad de grupos hidroxilos que presentan las cadenas de amilosa y amilopectina que permiten formar enlaces de hidrogeno con el agua sobre su superficie [8]. Los resultados de las mediciones en los almidones modificados se presentan en la Tabla 1. Las muestras de ASA presentaron en promedio un ángulo de contacto de 130° . Las gotas permanecieron sobre las muestras por 5 minutos, obteniendo un ángulo final de 126° , mientras que las muestras de ASP mostraron en promedio un ángulo de 132° al depositar la gota y un ángulo de 128° después de cinco minutos. De acuerdo a la norma D7334 cuando el ángulo de contacto es mayor a 90° se puede deducir que los almidones silanizados tienen un carácter hidrofóbico y que la humectabilidad en estos polisacáridos se ve reducida [7].

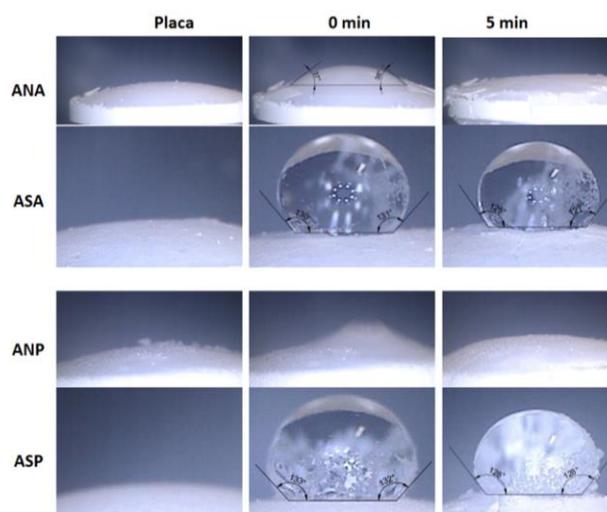


Figura 3. Fotografías de gotas de agua destilada sobre placas de almidón nativo (ANA) y silanizado de arroz (ASA) y almidón nativo (ANP) y silanizado de papa (ASP). Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Mediciones de ángulo de contacto en almidones silanizados. Fuente: Elaboración propia

Muestra	Ángulo (0 min)	Ángulo (5 min)
ASA	130 ± 1.09^{Aa}	126 ± 0.89^{Ba}
ASP	132 ± 1.86^{Ab}	128 ± 0.75^{Bb}

Medias \pm desviación estándar

Las medias que no comparten una letra mayúscula entre filas son significativamente diferentes

Las medias que no comparten una letra minúscula entre columnas son significativamente diferentes

Propiedades Funcionales

El comportamiento de los almidones silanizados ante solventes con diferente polaridad se puede observar en la Anexo 2, donde se empleó agua, acetona y tolueno que presentan un índice de polaridad de 10.2, 5.4 y 2.4 respectivamente. Es notable que las muestras de ASA y ASP precipitan en los solventes con baja polaridad mientras que en el agua permanecen remanentes flotando en la superficie, los cuales están más presentes en el ASA, lo cual indica un cambio en la densidad de los almidones modificados [8].

El factor de hinchamiento en diferentes temperaturas esta graficado en la Figura 4, donde es posible observar el comportamiento

promedio de los almidones tanto nativos como modificados. El almidón nativo de papa presenta un factor de hinchamiento de 37.47 $\frac{g_{gel}}{g_{sólidos\ solubles}}$ a una temperatura de 80 °C, siendo este notoriamente superior al de arroz que presento solo 9.14, esto debido principalmente al tamaño de granulo que al ser mayor, su capacidad de hinchamiento aumenta considerablemente.

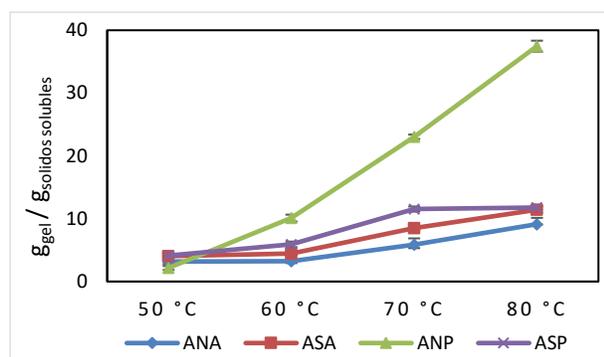


Figura 4. Gráfico del factor de hinchamiento de almidón nativo de arroz (ANA), de papa (ANP) y almidón silanizado de arroz (ASA) y papa (ASP) a diferentes temperaturas. Fuente: elaboración propia.

Se ha reportado un factor de hinchamiento de 20.5 a 90 °C para el almidón de arroz A98 [11], siendo esta superior a otras variantes de arroz analizadas. En este trabajo el hinchamiento se vio limitado, posiblemente a la existencia de complejos amilosa-lípido que podrían afectar la capacidad de hinchamiento granular [12]. Por otra parte tras la modificación con el MTMS, el hinchamiento del granulo se vio altamente restringido para el almidón de papa, mientras que para el almidón de arroz este factor incrementó levemente, lo que puede asociarse a que durante la modificación el complejo amilosa-lípido fue afectado, permitiendo un mejor hinchamiento del almidón de arroz. Posiblemente el aumento del FH de las muestras de ASA es debido a que la inhibición de los gránulos silanizados permite que el resto pueda absorber mayor cantidad de agua, lo cual es notable en la gráfica de la

Figura 5, donde la absorción en estas muestras (ASA) es igualmente ligeramente mayor que la de los almidones nativos a una temperatura de 80 °C, obteniendo un valor de 8.56 $\frac{g_{Agua\ retenida}}{g_{Muestra}}$ contra el del almidón nativo de 7.71. En el caso de las muestras de ASP, su CAA se vio notablemente reducida en comparación con el almidón nativo, bajando de 32 para las muestras de ANP a 11.78 para el ASP.

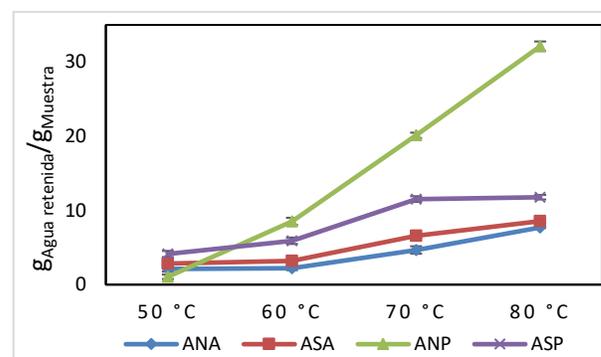


Figura 5. Gráfico de la Capacidad de Absorción de Agua de almidón nativo de arroz (ANA), de papa (ANP) y almidón silanizado de arroz (ASA) y papa (ASP) a diferentes temperaturas. Fuente: elaboración propia.

AGRADECIMIENTOS

Se extiende un agradecimiento al TecNM/Instituto Tecnológico de Zacatepec, por permitir el uso de sus instalaciones para la elaboración de este proyecto y al CONACYT por la beca otorgada bajo el programa 005081 - Maestría en Ciencias de la Ingeniería, para el desarrollo del estudio de posgrado.

CONCLUSIONES

Los almidones de arroz y papa modificados presentaron un alto grado de hidrofobicidad y cambio en sus características funcionales. El área de superficie de los gránulos así como su tamaño y la pureza del almidón empleado tiene influencia en el grado de silanización. El almidón de arroz aislado de la variante A98 tiene potencial para su investigación e implementación en diversas aplicaciones en



las que este polisacárido se puede ver implicado como sustituto de otros polímeros inorgánicos, tomando ventaja de la hidrofobicidad que proporciona la modificación química con trimetoximetilsilano.

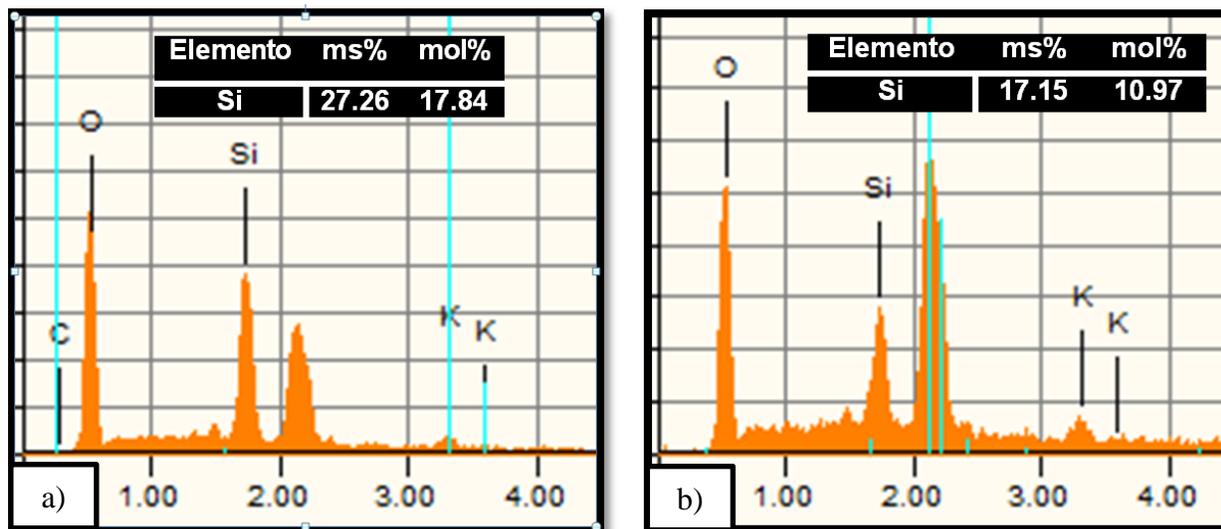
BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. A. Carrillo-Gallardo. *Propuesta de estrategias innovadoras para la comercialización de la denominación de origen del arroz del estado de Morelos. Caso: La Perseverancia, Jojutla Morelos. Tesis de Maestría. Instituto De Investigación En Ciencias Básicas Y Aplicadas, UAEM. Cuernavaca, Morelos. 2018.*
- [2] F. López-Carrasquero, J. M. Contreras, S. E. Barrios, G. Giamanco y E. Laredo. *Modificación de almidones mediante el injerto de cadenas de diferente naturaleza. Una alternativa para la obtención de materiales contaminantes. XVI Coloquio Venezolano de Polímeros. Cumaná, Venezuela. Mayo, 2016.*
- [3] H. M. Palma Rodríguez, *Caracterización de almidones de diferentes fuentes tratados con ácido para la encapsulación de vitamina C. Tesis Doctoral. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, IPN. Yautepec Morelos. 2012.*
- [4] B. F. Bergel, L. M. da Luz y R. M. Capomanes *Effect of poly(lactic acid) coating on mechanical and physical properties of thermoplastic starch foams from potato starch. Progress in Organic Coatings. No. 118. pp. 91–96. Enero 2018.*
- [5] S. Ozturk, H. Koxsel y K. Kahraman. *Effect of debranching and heat treatments on formation and functional properties of resistant starch from high-amylose corn starches. European Food Research and Technology. Vol. 1. No. 229. pp. 115–125. Marzo 2009.*
- [6] A. Mohammadi y J. Moghaddas. *Mesoporous starch aerogels production as drug delivery matrices: synthesis optimization, ibuprofen loading, and release property. Turkish Journal of Chemistry. No. 44. pp. 614 – 633. Junio 2020.*
- [7] B. F. Bergel, L. L. Araujo, A. L. dos Santos da Silva y R. M. Campomontes Santana. *Effect of poly(lactic acid) coating on mechanical and physical properties of thermoplastic starch foams from potato starch. Progress in Organic Coatings. No. 118. pp. 91–96. Abril 2020.*
- [8] B. Wei, B. Sun, B. Zhang, J. Long, L. Chen y Y. Tian. *Synthesis, characterization and hydrophobicity of silylated starch nanocrystal. Carbohydrate Polymers. No. 136. pp. 1203-1208. Octubre 2015.*
- [9] D. Castillo, I. Pérez, A. A. Hernández, F. J. Romero, R. D. Henriquez, V. Obregón y J. Rivera. *Descripción de superficies de gránulos de almidón de variedades de arroz cubanas, por microscopía electrónica. Revista Cubana del Arroz. Vol. 12. No. 2 pp. 48-56. 2010*
- [10] A. Udukhomo, A. Adeyemi, M. Guran, O. Yilmaz y M. Gazi. *Fabrication of trichlorovinylsilane-modified-chitosan film with enhanced solubility and antibacterial activity. Polym. Bull. Vol. 77. pp. 5811–5824. Diciembre 2019.*
- [11] C. E. Chávez-Murillo, G. Méndez-Montealvo, Y. Wang y L. A. Bello-Pérez. *Starch of diverse Mexican rice cultivars: physicochemical, structural, and nutritional features. Starch - Stärke. Vol. 9. No. 64. pp. 745–756. Marzo 2012*

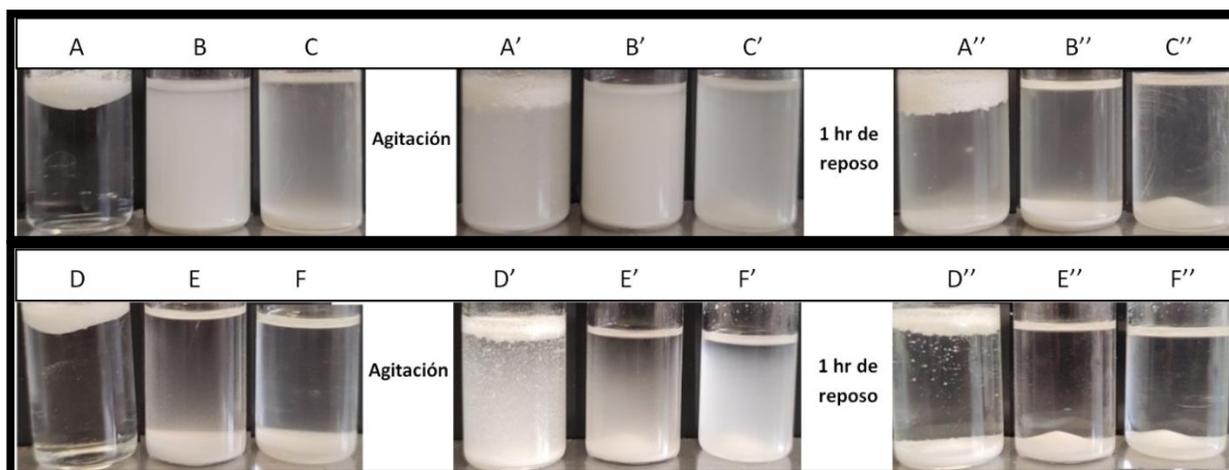


[12] Y. I. Cornejo-Ramírez, O. Martínez-Cruz, C. L. Del Toro-Sánchez, F. J. Wong-Corral, J. Borboa-Flores, y F. J. Cinco-Moroyoqui, The structural characteristics of starches and their functional properties. *CyTA - Journal of Food*. Vol. 16 No. 1. pp. 1003–1017. Agosto 2018.

ANEXOS.



Anexo 1: Análisis EDS de almidones silanizados de papa (a) y arroz (b).



Anexo 2: Solubilidad de almidones modificados de arroz (A, B, C) y papa (D, E, F) en Agua (A y D), Acetona (B y E) y Tolueno (C y F).



Detección Automática de Melanoma en Lesiones de Piel

Verónica Dennise Organista Vázquez¹, José Antonio Montero Valverde², Miriam Martínez Arroyo³,
Eloy Cadena Mendoza⁴

MM19320015@acapulco.tecnm.mx
jose.mv@acapulco.tecnm.mx
miriam.ma@acapulco.tecnm.mx
eloy.cm@acapulco.tecnm.mx

Contacto:

MM19320015@acapulco.tecnm.mx
(744) 231 08 85

Área Temática: **Inteligencia Artificial**

¹Verónica Dennise Organista Vázquez, Ingeniería, Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Acapulco.

²José Antonio Montero Valverde, Doctorado, Ciencias Computacionales, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Acapulco.

³Miriam Martínez Arroyo, Doctorado, Ciencias Computacionales, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Acapulco.

⁴Eloy Cadena Mendoza, Maestría, Tecnologías de la Información, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Acapulco.

RESUMEN: *Este trabajo propone una metodología para la detección automática del cáncer de piel tipo melanoma. A nivel mundial, este tipo de cáncer se ha convertido en las últimas décadas en un problema de salud pública debido al número de muertes que ha ocasionado. En México, aunque no existe un registro preciso de los decesos causados por este tipo de cáncer, el Instituto Nacional de Cancerología estima un incremento del 300% al 500%. Los avances de la ciencia y la tecnología, sobre todo en áreas de las ciencias computacionales como la inteligencia artificial, han permitido la creación de herramientas que apoyan el*

trabajo de los radiólogos en el diagnóstico de múltiples enfermedades. Este trabajo se basa en técnicas de procesamiento de imágenes y visión artificial para identificar si una pigmentación en la piel corresponde a un cáncer de melanoma. Se propuso un método que puede ayudar a los dermatólogos a detectar lesiones malignas en las etapas primarias, utilizando las características de la regla ABCD y el algoritmo de clasificación Support Vector Machine, obtuvimos por el momento los siguientes resultados: sensibilidad 85%; especificidad 78%; precisión 80%.



PALABRAS CLAVE: *Extracción de características, Maquinas de Soporte Vectorial (MSV), Melanoma, Procesamiento de imágenes, Regla ABCD, Visión artificial.*

ABSTRACT: *This work proposes a methodology for the automatic detection of melanoma skin cancer. Worldwide, this type of cancer has become a public health problem in recent decades due to the number of deaths it has caused. In Mexico, although there is no precise registry of deaths caused by it, the National Cancer Institute estimates an increase from 300% to 500%. Advances in science and technology, especially in areas of computer science such as artificial intelligence, have enabled the creation of tools that support the work of radiologists in the diagnosis of multiple diseases. This work is based on image processing and artificial vision techniques to identify whether a skin pigmentation corresponds to melanoma cancer. The goal of this work is to serve as support to people and health personnel to identify suspicious skin lesions using the ABCD rule features and the Support Vector Machine classification algorithm, the obtained results at the moment were as follows: sensitivity 85%; specificity 78%; accuracy 80%.*

KEYWORDS: *Features extraction, Support Vector Machine (SVM), Melanoma, Image processing, ABCD rule, Artificial vision.*

INTRODUCCIÓN

El melanoma maligno es un cáncer de piel que se desarrolla dentro del pigmento resultante de las células de la piel conocidas como melanocitos. No es una forma muy extendida de cáncer de piel, sin embargo, en comparación con otros tipos de cáncer de piel, es más probable que invada y destruya los

tejidos cercanos y que se extienda a otras partes del cuerpo.

La presencia de lunares inusuales, la exposición al sol y los antecedentes médicos influyen en el riesgo de padecer un melanoma. El melanoma es responsable del 80% de las muertes por cáncer de piel. En el mundo su incidencia ha aumentado en las últimas décadas, más que cualquier otra neoplasia maligna, convirtiéndose en un problema de salud pública. Aunque en México no se cuenta con un registro de muertes por este padecimiento, de acuerdo con el último reporte del Instituto Nacional de Cancerología (INCan) se estima un incremento de 300% a 500% en los últimos años [1].

La señal más importante para detectar la posible presencia de un melanoma es observar un lunar nuevo en la piel o uno ya existente que haya cambiado de tamaño, forma o color. Otra señal importante es observar un lunar de aspecto diferente a los demás de la piel. El pronóstico depende de la detección y el tratamiento oportunos de la lesión cutánea del melanoma. Si el tratamiento se realiza en una fase temprana de la enfermedad, las tasas de supervivencia son mejores [2].

La regla ABCD [3] fue propuesta por varios investigadores de la Universidad de Nueva York en 1985 como un procedimiento sencillo y fiable que los médicos y los no médicos pueden utilizar para identificar el melanoma en su fase inicial utilizando características visuales. El acrónimo ABCD hace referencia a lo siguiente: i) A de Asimetría. Esto significa que la mitad del lunar no se corresponde con la otra mitad, ii) B de Borde. Los bordes son irregulares, desiguales, dentados o están mal definidos, iii) C de Color. El color no es exactamente uniforme y puede incluir diferentes tonos de negro o marrón, algunos con manchas rojas, rosas o azules, iv) D de Diámetro. El lunar tiene más de seis milímetros de ancho, aunque a veces los melanomas pueden tener un tamaño



menor. El algoritmo fue diseñado como una regla general para ser utilizado como un método sencillo para la detección de las características clínicas del melanoma que apoyan el trabajo del especialista y del médico de atención primaria.

Se han diseñado varios trabajos para la detección automática del melanoma maligno basados en la regla ABCD. Por ejemplo, Abder-Rahman y otros [4] proponen un enfoque para detectar la irregularidad del borde del lunar. Basan su trabajo en la característica B, midiendo la irregularidad del borde, entrenando una red neuronal convolucional y un conjunto de Naive Bayes. Informan que logran los siguientes resultados, una precisión, sensibilidad, especificidad y puntuación de 93,6%, 100%, 92,5% y 96,1%, respectivamente [4].

Asimismo, Alcón y otros [5] describe un método para la detección de lesiones cutáneas y el diagnóstico de melanoma maligno. Afirman que el sistema propuesto integra un componente de apoyo a la decisión, que asocia la salida del procedimiento de clasificación de imágenes con información contextual como el tipo de piel, la edad, el sexo y la parte del cuerpo afectada. Esta adición ayuda a estimar el riesgo de melanoma y aumenta la confianza en la clasificación. Informan de una precisión del 86%, con una sensibilidad del 94% y una especificidad del 68%.

Aunque se han desarrollado varias herramientas informáticas para apoyar el trabajo de los radiólogos en la detección automática de este tipo de cáncer, aún queda mucho trabajo pendiente.

En este trabajo se propone el diseño e implementación de una herramienta informática para la detección de melanoma maligno mediante técnicas de aprendizaje automático y basadas en la visión. Las

imágenes digitales dermatoscópicas con casos positivos y negativos se mejoran utilizando filtros de procesamiento de imágenes y transformaciones del modelo de color. Se aplica el método de umbralización *Otsu* [6] para segmentar las regiones de interés. Las características utilizadas se obtienen teniendo en cuenta lo sugerido por la regla ABCD. Por último, las características se entrenan y prueban mediante la técnica del clasificador de Máquina de Vectores de Soporte (SVM).

MATERIAL Y MÉTODOS

El conjunto de datos utilizado en esta metodología es un conjunto de datos publicado en el libro "*Elements of Statistical Learning*" que contiene 200 imágenes en color, de las cuales, 100 fueron etiquetadas como lesiones benignas y 100 como lesiones malignas, cada imagen con un tamaño estándar de 512x512 píxeles. La metodología propuesta está integrada por cuatro etapas: preprocesamiento, segmentación, selección de características y clasificación. A continuación, se describe cada una de estas etapas.

a) *Preprocesamiento*

El preprocesamiento consiste en aplicar algunas técnicas a una imagen digital para mejorarla y resaltar algunas características que se utilizarán posteriormente. La figura 1 ilustra el procedimiento aplicado en este trabajo a las imágenes dermatoscópicas en este paso.

La imagen original (Figura 1a) en modelo de color RGB se transforma a YUV (Figura 1b), el objetivo es trabajar con el canal Y que mejor representa la intensidad de la luz, como alternativa para manejar el color de una manera más eficiente. Este espacio de color separa las componentes cromáticas mediante la sustracción de la iluminación Y de los canales rojo y azul respectivamente.

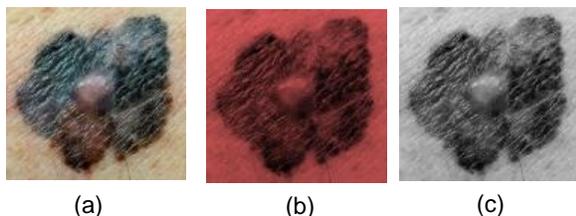


Figura 1. Preprocesamiento de la imagen. (a) Imagen original, (b) Conversión a YUV, (c) Conversión a escala de grises.

Posteriormente, la imagen que representa el canal Y se convierte a escala de grises (Figura 1c) para que la tarea de cálculo sea más eficiente. Los valores de R, G y B están en el rango de 0 a 1, donde el valor 0 representa la intensidad mínima y el 1 el valor máximo. En este sentido, los valores utilizados para el modelo YUV, son los siguientes: El valor de Y está en el rango de 0 a 1, el valor de U está en el rango de -0,436 a 0,436, y V como valores en el rango de -0,615 a 0,615.

b) Segmentación

La segmentación de imágenes pretende aislar los objetos de la imagen utilizando algunas características observadas, como el color, el contorno o la textura. El objetivo de la segmentación es aislar la imagen en regiones de interés (ROI). En este trabajo se aplicó el método de umbralización de Otsu para segmentar la imagen en escala de grises, para posteriormente analizar la ROI (Figura 2).



Figura 2. Izquierda, imagen original. Derecha, imagen segmentada aplicando el método Otsu.

El método de Otsu es un enfoque no supervisado y no paramétrico de selección automática de umbrales para la segmentación de imágenes [6] que se basa en la clasificación

o agrupación de píxeles (clustering), y supone la existencia de dos clases de píxeles (histogramas bimodales). Estas dos clases se conocen generalmente con los nombres de "fondo" y "objeto". Como esta técnica opera directamente sobre el histograma del nivel de gris de cada píxel, es un método de búsqueda rápida (una vez calculado el histograma).

c) Extracción de características

Actualmente, uno de los métodos más utilizados por los radiólogos para diagnosticar si una lesión cutánea es un melanoma maligno es el procedimiento basado en la regla ABCD, cuyo acrónimo definimos anteriormente. Las características extraídas de estos parámetros se utilizan en muchas herramientas computacionales para representar lesiones malignas y benignas [7].

En este trabajo, estamos utilizando algunos parámetros de la regla ABCD. Los criterios que se utilizan para la selección de las características y que luego se aplican para la clasificación de las lesiones son:

- Asimetría (parámetro A).
- Detección del perímetro o contorno (parámetro B).
- Color (parámetro C).
- Diferencias estructurales (parámetro D).

En la Figura 3 se ilustran algunas imágenes utilizadas durante el proceso de extracción de características.

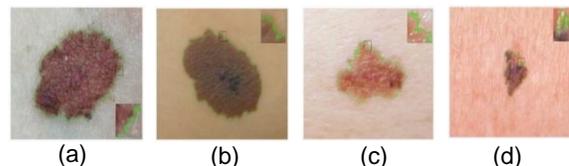


Figura 3. Ejemplos de imágenes obtenidas del conjunto de datos utilizado en este trabajo.

Características basadas en la asimetría. Se basa en analizar cada región opuesta con respecto a su eje, pero teniendo en cuenta la ubicación de cada píxel perteneciente a la lesión. Teniendo la imagen segmentada binarizada y alineada en sus ejes, se recorre la imagen y para cada píxel perteneciente a la lesión se verifica la existencia de otro a la misma distancia del eje en la región opuesta. Este análisis se realiza para cada uno de los ejes y se acumula el número de diferencias encontradas. A continuación, se realiza la división de la suma de las diferencias sobre la superficie total de la lesión para obtener un índice de asimetría relativo a su tamaño. Mientras mayor sea el valor del índice obtenido, mayor será la asimetría de la lesión (ver la Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de la asimetría de la lesión característica del ejemplo de la Figura 3a. Fuente: elaboración propia.

Nombre	Valor
Área de la lesión	0.724734042553192
Área del casco convexo	0.834799509001637
Solidez	0.868153412571989
Diámetro equivalente	0.224823403552015
Circularidad	0.407099547134429
Perímetro de la lesión	1.10698333093614
Relación de forma	1.10878269040274
Perímetro del casco convexo	0.816457218438239
Relación de aspecto	1.03030303030303

Detección del perímetro o del contorno.

Para obtener el perímetro de la lesión cutánea utilizamos la técnica del código de cadena. Los códigos de cadena se utilizan para representar un límite de la forma de cada objeto en la imagen registrando la lista de puntos de borde a lo largo de un contorno y especificando la dirección del contorno en cada borde mediante una lista de números (Figura 4). Las direcciones de cada borde se cuantifican en una de las 4 u 8 direcciones [8].

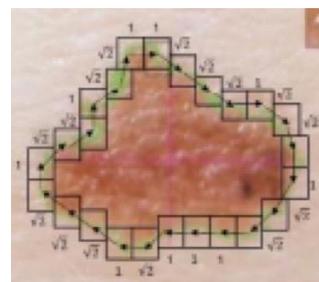


Figura 4. Aplicación del código de cadena para generar una lista de números que describen el contorno de un lunar.

La detección de contornos se aplica principalmente a las imágenes en escala de grises y binarias. El perímetro indica la longitud de la línea del borde exterior de la ROI. El perímetro se calcula mediante una operación en la que se cuentan los pasos a lo largo de todo el borde de la lesión sumando $\sqrt{2}$ si se avanza en diagonal o 1 si se avanza en horizontal o en vertical. La Tabla 2 muestra el valor del píxel del perímetro calculado mediante el código de cadena para la lesión de la Figura 3b.

Tabla 2. Valores de las características del perímetro de una lesión ejemplo Figura 3b.

Fuente: Elaboración propia.

Nombre	Valor
Media del gradiente para cada canal	0.163806719452652
Varianza del gradiente para cada canal	0.272372768208717
Promedio de las medias de los gradientes para los ocho fragmentos de cada canal.	0.0973314484904222
Varianza de las medias de los gradientes de los ocho fragmentos de cada canal.	0.0145042871413301



Características basadas en color.

Tabla 3. Valores de las características de color de un ejemplo de lesión Figura 3c.

Fuente: Elaboración propia

Nomenclatura	Valor
Max (R) C_{blanco}	0.909803921568627
Max (G) C_{rojo}	0.352941176470588
Max (B) $C_{café\ claro}$	0.696507119432106
Min (R) $C_{café\ oscuro}$	0.0188243424863299
Min (G) $C_{azul\ gris}$	0.439246050931299
Min (B) C_{negro}	0.493577971573111

Características basadas en las diferencias estructurales. Las diferencias entre lunares benignos y malignos pueden obtenerse utilizando características basadas en la textura de la lesión.

Tabla 4. Valores de las características de las diferencias estructurales de una lesión ejemplo Figura 3d.

Fuente: Elaboración propia.

Característica	Valor
$\min(I_1^N)$	1
$\max(I_1^N)$	0
$\text{mean}(I_1^N)$	0.334033705729131
$\text{var}(I_1^N)$	0.0104760664307673

Caracterización de la lesión con la regla ABCD

Para la caracterización del lunar se eligió el criterio ABCD por la posibilidad de medir sus parámetros utilizando la información contenida en las imágenes de las lesiones cutáneas.

Características basadas en la asimetría. La asimetría y la irregularidad observadas en una lesión cutánea son características medibles de las que se extrae información útil utilizada en el

diseño de modelos computacionales como los clasificadores. Las características extraídas de la asimetría e irregularidad se ilustran gráficamente en la Figura 5. Los valores de estas características se obtuvieron a partir de la geometría de la lesión segmentada; en negro, casco convexo; en azul punteado, rectángulo delimitador; en rojo y la elipse ajustada, en magenta. Para encontrar los ejes b_p y a_p , se utilizan los vectores propios que dan información sobre la orientación del lunar.

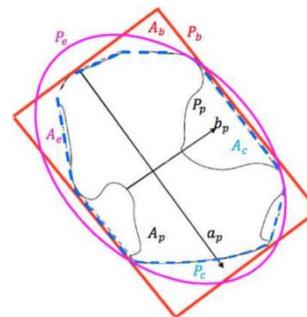


Figura 5. Parámetros geométricos de la mole segmentada, casco convexo, rectángulo delimitador y elipse ajustada.

Tabla 5. Características de la asimetría

Fuente: [5].

Nombre	Nomenclatura	Descripción
Área de la lesión	A_p	Área del objeto, calculada a partir de la máscara de la figura 2(g).
Área del casco convexo	A_c	Área del casco convexo, calculada a partir de la máscara de la figura 4.
Solidez	A_p/A_c	Relación entre el área de la lesión y el área del casco convexo.
Diámetro equivalente	$\sqrt{\frac{4A_p}{\pi}}$	Si se sustituyera el área por la de una circunferencia, se obtendría el doble del radio (diámetro).
Circularidad	$\frac{4\pi A_p}{P_p^2}$	Da una medida de lo circular que es la lesión, si el área y el perímetro fueran de circunferencias, daría "1".
Perímetro de la lesión	P_p	Perímetro de la figura en la máscara, mostrado en la figura 2.



Proporción de la forma	b_p/a_p	Relación entre los ejes de la lesión.
Perímetro del casco convexo	P_c	Perímetro del casco convexo.
Relación de aspecto	b_b/a_b	Relación entre los lados del rectángulo delimitador.

Los parámetros son, b_p y a_p ; ejes menor y mayor. A_p , A_c ; área de la lesión, casco convexo y P_p ; perímetro de la lesión. Esta información se ilustra en la Tabla 5.

Características basadas en el borde. El borde se obtiene a partir de la sustracción entre la máscara dilatada y la máscara original mostrada respectivamente en la Figura 2, ofreciendo más información relacionada con la forma del lunar. El borde de la lesión de ejemplo se muestra en la Figura 6.

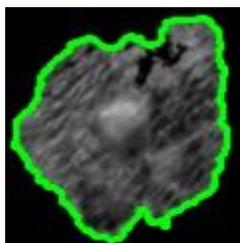


Figura 6. Borde del lunar como la sustracción de la máscara dilatada y la original.

Dado que en una imagen de una lesión cutánea la magnitud del vector de gradiente depende del color de la piel, siendo menor si el color de la piel es más oscuro, se utilizan tres canales de color previamente encontrados en la imagen, esta información se muestra en la Tabla 6.

También se divide el lunar en ocho fragmentos, cuyos ejes principales están orientados en la dirección del lunar, esto se asegura utilizando los vectores propios, y se obtiene el promedio de las medias de los gradientes en cada fragmento perteneciente al borde de la lesión y

su varianza, obteniendo así dos nuevas características para cada canal.

Tabla 6. Características del borde.

Fuente: [9].

Nombre	Número de canales
Media del gradiente para cada canal	3
Varianza del gradiente para cada canal	3
Media de las medias de los gradientes para los ocho fragmentos de cada canal.	3
Varianza de las medias de los gradientes para los ocho fragmentos de cada canal.	3

Características basadas en el color. Las características de color se obtienen a partir de las imágenes de las lesiones segmentadas, que se muestran en la Figura 2, y de la información sobre la variación del color, que se muestra en la Figura 1(a). Ambas imágenes se suavizan y el ruido en el color se elimina con un filtro gaussiano. También se utiliza la Tabla 7, donde se muestran los tonos de interés, ya que, si una lesión contiene estos tonos, es más probable que sea maligna.

Tabla 7. Tonos de interés en las lesiones de la piel.

Fuente: *Elaboración propia.*

Color	Rojo	Verde	Azul
Blanco (B)	1	1	1
Rojo (R)	0.8	0.2	0.2
Café claro (CC)	0.6	0.4	0
Café oscuro (CO)	0.2	0	0
Gris azulado (GA)	0.2	0.6	0.6
Negro (N)	0	0	0

Tabla 8. Características de color.

Fuente: [5].

Nomenclatura	Descripción	Descripción
--------------	-------------	-------------

$Max (R)$ C_{blanco}	Máximo del canal rojo en la lesión	Contador blanco
$Max (G)$ C_{rojo}	Máximo del canal verde en la lesión	Contador rojo
$Max (B)$ $C_{caféclaro}$	Máximo del canal azul en la lesión	Contador marrón claro
$Min (R)$ $C_{caféoscuro}$	Canal rojo mínimo en la lesión	Contador marrón oscuro
$Min (G)$ $C_{grisazulado}$	Mínimo del canal verde en la lesión	Contador azul-grisáceo
$Min (B)$ C_{negro}	Canal azul mínimo en la lesión	Contador negro

La Tabla 8 define las características que proporcionan información sobre las variaciones de color. Siendo R, G y B los datos de los canales de la imagen original para los píxeles que forman parte de la lesión. Todas las características mostradas en las tablas 6-8 se utilizarán posteriormente como componentes vectoriales para el proceso de clasificación para identificar la lesión cutánea benigna o maligna.

Características basadas en la textura. Aunque las diferencias estructurales sólo pueden medirse desde el dermatoscopio, las diferencias entre lunares benignos y malignos pueden medirse utilizando características basadas en la textura del lunar. Se extraen cuatro nuevas características que son el mínimo, el máximo, la media y la varianza de las intensidades I_1^N que forman parte de la lesión. La Tabla 9 ilustra las cuatro características basadas en la textura utilizadas en este trabajo.

Tabla 9. Características de textura.

Fuente: [9].

Característica	Descripción
$min (I_1^N)$	Mínimo del canal de textura
$max (I_1^N)$	Máximo del canal de textura
$mean (I_1^N)$	Media del canal de textura
$var (I_1^N)$	Varianza del canal de textura

d) Clasificador

La tarea de clasificación es la etapa final del análisis computacional de los lunares en las imágenes de la piel, en la que la lesión se clasifica en una de las dos clases: benigna o maligna. En este punto debemos seleccionar un clasificador que tenga buenas propiedades.

Sin duda una de las técnicas computacionales de aprendizaje supervisado más utilizadas actualmente en tareas de clasificación debido a sus características como buena capacidad de generalización, robustez y soluciones únicas óptimas son las Máquinas de Vectores Soporte (SVMs). Desde su introducción en 1992, las SVMs se han utilizado en una gran variedad de aplicaciones en tareas de regresión y clasificación, como la predicción del tiempo, la clasificación de defectos, la identificación de la escritura a mano, la identificación de hablantes, el procesamiento de imágenes y audio, el diagnóstico médico y el análisis de vídeo [10].

Las siguientes propiedades hacen que la SVM sea un enfoque de aprendizaje automático atractivo [11]: a) La SVM es una técnica dispersa. Al igual que las técnicas no paramétricas, la SVM necesita que todos los datos de entrenamiento se almacenen en la memoria durante la etapa de aprendizaje. Sin embargo, una vez aprendidos los parámetros del modelo, la SVM sólo necesita para las tareas futuras un subconjunto de estas entidades denominadas "vectores de soporte"; b) La SVM es una técnica kernel. El algoritmo SVM utiliza el algoritmo kernel para traducir los datos a un espacio de mayor dimensión previo para resolver la tarea de aprendizaje automático de forma similar a un problema de optimización en el que los óptimos se encuentran de forma analítica en lugar de heurística, al igual que ocurre con otros enfoques de aprendizaje automático. A menudo, los datos de la vida real no son

funcionalmente separables en el espacio de entrada original. Es decir, las instancias con diferentes etiquetas comparten el mismo espacio de entrada de tal manera que tratan de impedir que un hiperplano lineal separe correctamente las diferentes clases implicadas en este trabajo de clasificación; c) La SVM es un separador de margen máximo. Las SVM tienen la propiedad conocida como clasificador de máximo margen, que consiste en el hiperplano de separación más lejano de las observaciones de entrenamiento. Es decir, podemos calcular la distancia de cada observación de entrenamiento a un determinado hiperplano de separación; en este caso, la distancia más corta es la distancia mínima de las observaciones al hiperplano, y se conoce como margen. Por lo tanto, el hiperplano de máximo margen es el hiperplano de separación para el que el margen es mayor, es decir, es el hiperplano que tiene la distancia mínima más lejana a las observaciones de entrenamiento. En este sentido, podemos clasificar una observación de prueba basándonos en qué lado del hiperplano de margen máximo se encuentra. Esta propiedad es importante ya que el entrenamiento se realiza considerando una muestra poblacional mientras que la tarea de clasificación se realiza con datos aún no vistos y que pueden tener una distribución diferente a los utilizados durante el entrenamiento.

Por lo tanto, debido a las características antes mencionadas, en este trabajo se utilizará la SVM para clasificar las lesiones cutáneas en clase benigna y maligna.

Proceso de entrenamiento/prueba. Para determinar el número de imágenes utilizadas durante la fase de entrenamiento y de prueba, dividimos el conjunto de datos aplicando la técnica de validación cruzada; en este proceso, los datos de la muestra se dividen en K subconjuntos. Uno de los subconjuntos se utiliza durante la fase de entrenamiento y el

resto ($K-1$) como datos de prueba. La validación cruzada se utiliza para garantizar que los resultados son independientes de las particiones de entrenamiento y de prueba; un ejemplo de su representación se muestra en la Figura 7. El clasificador se entrena con las muestras de entrenamiento de cada iteración y se evalúan los parámetros de rendimiento. Finalmente, los parámetros de rendimiento de las muestras de prueba se promedian para cada iteración. En este trabajo utilizamos un valor de K de 5.

Criterios de evaluación. Para identificar la presencia de un melanoma, se inspeccionan

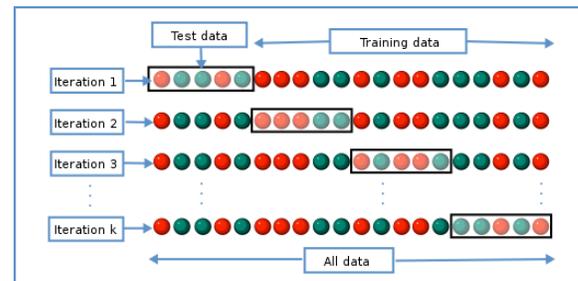


Figura 7. Partición del conjunto de datos para el entrenamiento y la prueba mediante la técnica de validación cruzada.

Fuente:

https://es.wikipedia.org/wiki/Validaci%C3%B3n_cruzada#/media/Archivo:K-fold_cross_validation.jpg

patrones específicos en la lesión de la piel, tal y como sugieren los cuidados de los especialistas de la piel. También se puede diagnosticar a partir de tejido maligno tras ser extirpado quirúrgicamente de la región afectada (biopsia). Para el diagnóstico del melanoma se suelen utilizar dos criterios que proporcionan información sobre la fiabilidad del diagnóstico: la sensibilidad y la especificidad.

- Sensibilidad: Porcentaje de lesiones malignas correctamente diagnosticadas de un conjunto de muestras tomadas.
- Especificidad: Porcentaje de lesiones benignas correctamente diagnosticadas a



partir de un conjunto de muestras tomadas.

El criterio de evaluación de los clasificadores conocido como proceso de validación, permite realizar una medición sobre la capacidad predictiva del modelo generado a partir de un clasificador. No hay consenso sobre la forma en que debe informarse del rendimiento de los algoritmos de detección.

Algunos autores informan del rendimiento simplemente en función del número de verdaderos positivos (VP) y de falsos positivos (FP). Una métrica utilizada para informar del rendimiento es la matriz de confusión, que consiste en verdaderos negativos (VN), verdaderos positivos (VP), falsos positivos (FP) y falsos negativos (FN), mediante la cual podemos determinar la distribución de los errores alcanzados por un clasificador a través de las diferentes categorías del problema. En esta matriz se compara la clase predicha por el clasificador con la clase real [12].

Selección de características. La extracción de características permite reducir la dimensionalidad de una imagen transformando los datos de entrada en un conjunto de características que representan los rasgos esenciales de la imagen. Sin embargo, no todas las características son igualmente significativas. El uso de muchas de ellas puede aumentar la complejidad del clasificador y degradar su rendimiento. Por este motivo, las características seleccionadas en este trabajo se ajustan a la regla ABCD, ya que con ellas podemos obtener más información relevante de las lesiones cutáneas en las imágenes. Las imágenes ilustradas en la Figura 8 representan dos tipos de lesiones cutáneas: benignas y malignas. Las imágenes separadas en dos grupos son las que se utilizarán para entrenar y validar el rendimiento del clasificador.

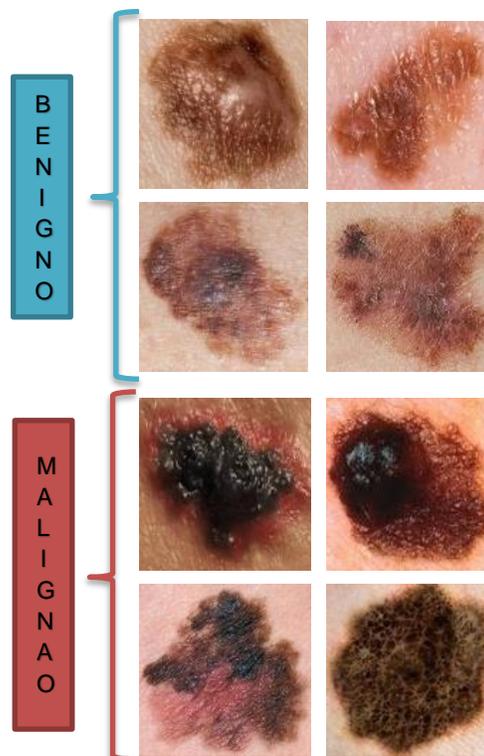


Figura 8. Imágenes de prueba. Fuente: <https://github.com/Tejas07PSK/Melanoma-Detection/tree/master/images>.

El conjunto de datos utilizado para el presente trabajo es un conjunto de datos publicado en el libro "*Elements of Statistical Learning*" que contiene 200 imágenes en color de las cuales 100 contienen lesiones benignas y 100 lesiones malignas. Cada imagen tiene un tamaño estándar de 512x512 píxeles. Para determinar el conjunto de prueba y entrenamiento se utilizó el método de validación cruzada y validación cruzada aleatoria, en la Tabla 10 se muestran los valores que se manejaron en ambos métodos. Tabla 10. Valores seleccionados para los métodos de partición de validación cruzada y validación cruzada aleatoria.



Tabla 10. Valores seleccionados para los métodos de partición de validación cruzada y validación cruzada aleatoria.

Fuente: Elaboración propia.

Método	DATASET	
	Validación cruzada	Validación cruzada aleatoria
Instancias	200	
Atributos	4	
Clases	2	
Distribución	160/40	144/56

Con los datos extraídos del conjunto de datos se crea el modelo SVM ajustando primero un modelo SVM con un kernel lineal y luego uno con un kernel radial, y comparando la capacidad de cada uno para clasificar correctamente las observaciones.

RESULTADOS

En este trabajo, se utilizarán dos enfoques para el clasificador, y se seleccionará el que proporcione los mejores resultados: i) primero, se tratarán las clases linealmente separables y ii) después, se tratarán las clases como no linealmente separables.

SVM lineal. La SVM lineal se utiliza en datos que son linealmente separables, esto significa que un conjunto de datos puede ser clasificado en dos clases utilizando una sola línea recta como ocurre en este trabajo. El valor de la precisión del modelo se calcula mediante la fórmula utilizada para medir la precisión en la representación de la matriz de confusión:

- Precisión = $(VP + VN) / (VP + FP + FN + VN) = 72,5\%$.
- Sensibilidad = $(VP / (VP + FN)) = 75,0\%$.
- Especificidad = $(VN / (VN + FP)) = 68,0\%$.

Tabla 11. Matriz de confusión SVM lineal.

Fuente: elaboración propia.

Real	Predicción	
	0	1
0	24	11
1	11	34

SVM radial. Cuando los datos utilizados durante el proceso de aprendizaje automático no son linealmente separables, el kernel radial es un buen enfoque. La idea que subyace a la generación de límites de decisión no lineales es que tenemos que realizar algunas transformaciones no lineales en el vector de características que las transforma en un espacio de mayor dimensión.

En este caso, el procedimiento se repite, pero esta vez utilizando un enfoque de validación cruzada para identificar el valor óptimo de la penalización "C".

Tabla 12. Valores de cinco parámetros de cinco instancias del conjunto de datos. Fuente: Elaboración propia.

Param_C	Mean_test_score	Std_test_score	Mean_train_score	Std_train_score
379.2	0.8083	0.0513	0.9166	0.0117
1623.7	0.7916	0.0589	0.9250	0.0102
88.58	0.7916	0.0204	0.8833	0.0256
29763.5	0.7333	0.0471	0.9416	0.0117
6951.9	0.7250	0.0540	0.9291	0.0058

- Parámetro de penalización "C".
- Puntuación media de la prueba.
- Puntuación estadística de la prueba.
- Puntuación media de entrenamiento.
- Puntuación estadística de entrenamiento.

Mejores parámetros por validación cruzada

Parámetro "C" = 379,269 con 0,80833 de precisión.



- Precisión = $(VP + VN) / (VP + FP + FN + VN) = 80,0\%$.
- Sensibilidad = $(VP / (VP + FN)) = 85,0\%$.
- Especificidad = $(VN / (VN + FP)) = 73,0\%$.

Tabla 13. Matriz de confusión SVM lineal. Fuente: Elaboración propia.

		Predicción	
		0	1
Real	0	14	3
	1	5	18

Como se puede observar, se obtiene una mejor clasificación utilizando el enfoque del núcleo radial para determinar el límite de decisión.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), y el Tecnológico Nacional de México campus Acapulco, durante el desarrollo de este proyecto.

CONCLUSIONES

En este trabajo se muestra una metodología basada en técnicas de visión artificial y aprendizaje automático para desarrollar una herramienta computacional que permita identificar si un lunar es un melanoma maligno o no.

Se utilizó un conjunto de datos con 200 imágenes, de las cuales 100 fueron etiquetadas como melanomas y las otras 100 como no melanomas. Las imágenes originales se convirtieron al modelo de color YUV, del que sólo se utilizó el canal Y. Posteriormente, estas imágenes se convirtieron a una escala de grises para reducir el coste computacional del procesamiento.

Una vez que las imágenes estaban en escala de grises, se les aplicó el algoritmo de Otsu para segmentar el fondo de la región de interés (lunar). El conjunto de características utilizadas en este trabajo y que permiten analizar las regiones de interés en nuevas imágenes para determinar si se trata o no de un melanoma maligno son las siguientes Bordes, Asimetría, color y diferencias estructurales.

Con un modelo SVM de kernel radial, el 80% de las observaciones de prueba se clasifican correctamente, mientras que el SVM de kernel lineal está por debajo con un 72,5%. En un trabajo futuro se podrían realizar comparaciones con otros clasificadores utilizando los mismos datos para analizar los resultados y elegir el mejor.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] **I. Alvarado, «Gaceta UNAM,» UNAM-DGCS, 28 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.gaceta.unam.mx/melano-ma-responsable-del-80-por-ciento-de-muertes-por-cancer-de-piel/>. [Último acceso: 16 Enero 2021].**
- [2] **J. E. Gershenwald, R. A. Scolyer, K. R. Hess, V. K. Sondak, G. V. Long, M. I. Ross, A. J. Lazar, M. B. Faries, J. M. Kirkwood, G. A. McArthur, L. E. Haydu, A. Eggermont, K. T. Flaherty, C. M. Balch, J. F. Thompson y for members of the American Joint Committee on Can, «Melanoma staging: Evidence-based changes in the American Joint Committee on Cancer eighth edition cancer staging manual.,» Noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.3322/caac.21409>.**
- [3] **R. J. Friedman, D. S. Rigel y A. W. Kopf, «Early detection of malignant melanoma: the role of physician**



- examination and self-examination of the skin.,» 1985. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.3322/canjclin.35.3.130>.*
- [4] A.-R. Ali, J. Li, G. Yang y S. J. O'Shea, «A machine learning approach to automatic detection of irregularity in skin lesion border using dermoscopic images,» *PeerJ Computer Science*, 29 June 2020.
- [5] J. Fernández Alcón, C. Ciuhu, W. ten Kate, A. Heinrich, N. Uzunbajakava, G. Krekels, D. Siem and G. de Haan, "Automatic Imaging System With Decision Support for Inspection of Pigmented Skin Lesions and Melanoma Diagnosis," *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, vol. 3, no. 1, pp. 14-25, February 2009.
- [6] N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 9, no. 1, pp. 62-66, January 1979.
- [7] F. A. R. Castro, «SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES DE LUNES UTILIZANDO VISIÓN ARTIFICIAL,» Bogotá D.C, 2017.
- [8] H. Freeman, «On the encoding of arbitrary geometric configurations,» *IRE Transactions on Electronic Computers* 2, pp. 260-268, 1961.
- [9] P. G. Cavalcanti, S. Jacob, L. E. Di Persia and D. H. Milone, "An ICA-Based Method for the Segmentation of Pigmented Skin Lesions in Macroscopic Images," *33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS*, pp. 5993-5996, August 2011.
- [10] M. Awad y R. Khanna, «Chapter 3: Support Vector Machines for Classification,» 2019. [En línea]. Available: https://doi.org/10.1007/978-1-4302-5990-9_3.
- [11] C. Cortes and V. Vapnik, "Support-vector networks," September 1995. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/BF00994018>.
- [12] V. Rodríguez López, «Análisis de imágenes de mamografía para la detección de cáncer de mama,» *Temas de Ciencia y Tecnología*, vol. 15, nº 47, pp. 39-45, mayo-agosto 2012.



Análisis para el desarrollo de una plataforma web para la evaluación del desempeño laboral

María Guadalupe Martínez Hernández, Luis Ramos Baños, Mercedes Hernández de la Cruz, Juan Miguel Hernández Bravo.

MM20320009@acapulco.tecnm.mx
Luis.rb@acapulco.tecnm.mx
mercedes.hd@chilpancingo.tecnm.mx
Juan.hb@acapulco.tecnm.mx

Contacto:
mguadalupehernandez20@gmail.com
7442654934

Área Temática: **Optimización de procesos**

¹Ingeniera en sistemas computacionales María Guadalupe Martínez Hernández, División de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco.

²MIDS. Luis Ramos Baños, División de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco.

³Dra. Mercedes Hernández de la Cruz División de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México Campus Chilpancingo.

⁴MTI. Miguel Hernández Bravo, División de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco.

RESUMEN: *El objetivo de este artículo es proponer un análisis para el desarrollo de un sistema de información basado en tecnologías web que permita automatizar y optimizar de manera eficiente la evaluación de desempeño para el personal dentro de empresas e instituciones, permitiendo visualizar y obtener resultados de comportamiento y así mejorar a través de la retroalimentación la productividad de los trabajadores. El análisis para el desarrollo de una plataforma web para la evaluación del desempeño laboral se desarrollará bajo la necesidad de evitar datos incorrectos por*

parte del personal encargado de realizar dichas evaluaciones en empresas.

El análisis para el desarrollo de este sistema es una alternativa ante las evaluaciones hechas de forma tradicional debido a que al desarrollar este sistema las empresas o instituciones obtendrá una agilización en cuanto a las evaluaciones, proporcionando así, una optimización en el manejo de la información. La evaluación para el desempeño del personal es un método de apoyo para cualquier empresa o institución, ya que brindan información de resultados de sus colaboradores y así se



diseñan estrategias que ayudan a mejorar para alcanzar los objetivos.

PALABRAS CLAVE: *Tecnologías web, sistema de información, automatización, Metodología, Proceso Unificado Racional, código abierto.*

ABSTRACT: *The objective of this article is to propose an analysis for the development of an information system based on web technologies that allows to automate and efficiently optimize the performance evaluation for personnel within companies and institutions, allowing to visualize and obtain behavioral results and thus improving the productivity of workers through feedback. The analysis for the development of a web platform for the evaluation of work performance will be developed under the need to avoid incorrect data by the personnel in charge of carrying out said evaluations in companies. The analysis for the development of this system is an alternative to evaluations made in a traditional way because by developing this system, companies or institutions will obtain a streamlining in terms of evaluations, thus providing an optimization in the handling of information. The evaluation for the performance of the personnel is a support method for any company or institution, since they provide information on the results of their collaborators and thus strategies are designed that help to improve to achieve the objectives.*

KEYWORDS: *Web technologies, information system, automation,*

Methodology, Rational Unified Process, open source.

INTRODUCCIÓN

Según (Chiavenato, 2007) “La evaluación de desempeño laboral debe estar presente en las organizaciones, como una herramienta fundamental para el desarrollo del talento humano en una organización”.

La evaluación para el desempeño laboral es un procedimiento importante que se realiza en todas las empresas; este debe ser estructurado y sistematizado para medir los atributos y/o comportamientos de los resultados obtenidos y relacionados con cada trabajador, esto con el fin de visualizar y descubrir en que escala es productivo y en que puede mejorar.

Estas evaluaciones son un beneficio para las empresas ya que no solo se conocerán los resultados y metas que se están cumpliendo, sino también, con cada retroalimentación que se haga a los trabajadores, se les exhorta a seguir mejorando en los aspectos no destacados y así en el futuro tener resultados que cumplan con las metas dadas por la empresa y mejorar su rendimiento.

El análisis para el desarrollo de esta plataforma web tendrá una ejecución importante en la evaluación del desempeño laboral, ya que se han considerado criterios de evaluación especialmente diseñados para cada trabajador; mismos que serán añadidos por el administrador o la persona encargada de realizar dichas evaluaciones.

METODOLOGÍA

Para el análisis del desarrollo de la plataforma web de evaluación del desempeño laboral se optó por implementar la metodología Rational Unified Process (Proceso Unificado Racional) por sus siglas RUP.



Según (Sierra, 2012) “la metodología es la rama de la lógica que se encarga del estudio de los diferentes métodos para llegar al conocimiento crítico y reflexivo que permita la fundamentación de la ciencia.”

RUP tienes muchas ventajas por las cuales se ha elegido metodología fue creado por Rational Corporation y posteriormente comprado por IBM está diseñado y documentado utilizando UML (Unified Modeling Language) y nos permite diseñar y personalizar los procesos.

Según (Sommerville, 2011), “Las innovaciones más importantes en el RUP son la separación de fases y flujos de trabajo, y el reconocimiento de que el despliegue del software en un entorno del usuario forma parte del proceso. Las fases son dinámicas y tienen metas. Los flujos de trabajo son estáticos y son actividades técnicas que no se asocian con una sola fase, sino que pueden usarse a lo largo del desarrollo para lograr las metas de cada fase.”

En la siguiente tabla se muestra las fases de la metodología a seguir, las cuales servirán de base para el desarrollo de la plataforma web y así cumplir los objetivos.

Tabla 1. Descripción de las fases de la metodología RUP aplicada al análisis del desarrollo de la plataforma web para la evaluación del personal.

Fuente: Elaboración propia

Fase	Descripción
Inicio: Planteamiento de las ideas principales y recopilación de información	Se estructura de manera detallada las funciones principales. Se analizan las funciones para determinar los requerimientos funcionales y no funcionales que servirán para implementar la plataforma web.
Elaboración: Diseño de la	En esta etapa se diseña una vista previa del sistema mostrando lo que

interfaz de la plataforma web	será en primera instancia una vez ya esté terminada.
Construcción: construcción del prototipo de la plataforma web	Se plantean los diagramas entidad-relación estructurados para el almacenamiento de la información dentro de la base de datos. Se procede a construir la plataforma web para gestionar tareas administrativas de una empresa o pyme.
Transición: Pruebas y depuración del prototipo	En esta fase se harán las pruebas necesarias y de detectar los errores para posteriormente corregirlos.
Transición: Correcciones del prototipo	Se corregirá los problemas detectados dentro del sistema para realizar las acciones planteadas y poder mostrar la mejor experiencia posible.
Transición: Pruebas finales de la plataforma web	Por último, se realizarán las pruebas pertinentes para verificar que la plataforma web realice lo que se requiere y que tenga todas las características que se necesitan para que funcione correctamente.

HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

HTML5

Según el autor (Gauchat, 2012), “HTML5 es considerado el producto de la combinación de HTML, CSS y Javascript. Estas tecnologías son altamente dependientes y actúan como una sola unidad organizada bajo la especificación de HTML5. HTML está a cargo de la estructura, CSS presenta esa estructura y su contenido en la pantalla y Javascript hace el resto que es extremadamente significativo.”



CSS3

De acuerdo con el autor (Harris, 2014), “CSS es una gran herramienta para configurar la visualización de sus páginas. Cuando primero escribe código CSS, se le anima a colocar todas sus reglas CSS en un elemento de estilo en la parte superior de la página. CSS también le permite definir reglas de estilo dentro del cuerpo del HTML y en un documento separado.”

BOOTSTRAP

Según el autor (Lambert, 2016) “Bootstrap, el marco de frontend más popular creado para diseñar interfaces elegantes, potentes y receptivas para páginas web de nivel profesional, ha sido objeto de una revisión importante.”

Bootstrap es un framework desarrollado y liberado por Twitter que tiene como objetivo facilitar el diseño web. Permite crear de forma sencilla webs de diseño adaptable, es decir, que se ajusten a cualquier dispositivo y tamaño de pantalla y siempre se vean igual de bien. Es Open Source o código abierto, por lo que lo podemos usar de forma gratuita y sin restricciones.

Contiene plantillas de diseño con tipografía, formularios, botones, cuadros, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como extensiones de JavaScript adicionales. A diferencia de muchos frameworks web, solo se ocupa del desarrollo front-end.

JAVASCRIPT

Según el autor (Gauchat, 2012) “Javascript es un lenguaje interpretado usado para múltiples propósitos, pero solo considerado como un complemento hasta ahora. Una de las innovaciones que ayudó a cambiar el modo en que vemos Javascript fue el desarrollo de nuevos motores de interpretación, creados para acelerar el procesamiento de código.

Visual Studio Code

Este editor aparte de ser intuitivo, se considera que es ideal para el desarrollo de esta plataforma web.

“Visual Studio Code, un editor de código fuente gratuito, de código abierto y compatible, es una de las opciones más populares para los desarrolladores web. Es rápido, liviano, personalizable y contiene soporte integrado para extensiones JavaScript, Typescript y Node.js para otros lenguajes, incluidos C ++, Python y PHP. Características como la capacidad de depuración, el control Git integrado, el resaltado de sintaxis, los fragmentos de código y la compatibilidad con la finalización de código inteligente de IntelliSense, varias de las cuales lo distinguen de la competencia, ayudan a hacer de Visual Studio Code un código impresionante fuera de la solución de la caja” (Bruce, 2019).

RESULTADOS

Como resultado del análisis para el desarrollo de la plataforma web para la evaluación del desempeño laboral, se anexa los requerimientos funcionales contemplados de mayor relevancia para la creación de dicho sistema.

Id Requerimiento: RF01

Nombre: Tener roles de usuarios identificados.
Descripción: La plataforma web debe tener roles de usuario, siendo el rol principal el Administrador quien tendrá todos los privilegios del sistema y el rol secundario será el de los jefes inmediatos de cada área a evaluar.

Propósito: Tener identificados los privilegios que se le otorgaran a los diferentes roles de usuarios.

Prioridad: Alta

Id Requerimiento: RF02

Nombre: Contar con un CRUD de empleados.



Descripción: La plataforma web debe contar con catálogo de alta, modificación y eliminación de empleados.

Propósito: Tener la capacidad de crear, modificar y eliminar empleados.

Prioridad: Alta

Id Requerimiento: RF03

Nombre: Crear un módulo para la evaluación a empleados (trabajadores y docentes).

Descripción: Se creará un módulo solo para la evaluación de empleados y los editores y catálogos necesarios para desarrollar una evaluación completa y optima.

Contendrá el siguiente listado:

- Editor para desarrollar las preguntas de las evaluaciones.
- Editor de reglas de evaluación.
- Catálogo para realizar evaluaciones.
- Catálogo para visualizar las evaluaciones realizadas.

Propósito: Tener un módulo acorde a las necesidades de evaluación de la institución.

Prioridad: Alta

Id Requerimiento: RF04

Nombre: Generar un editor para desarrollar preguntas para evaluación de personal.

Descripción: Se requiere generar un editor de preguntas al que solo podrá acceder el jefe administrativo permitiéndole la creación, modificación y eliminación de las preguntas para las evaluaciones.

Propósito: Tener preguntas personalizadas para las evaluaciones de acuerdo con el criterio del jefe Administrativo.

Prioridad: Alta

Id Requerimiento: RF05 **Nombre:**

Creación de editor de reglas para evaluación.

Descripción: Se requiere crear un editor para las reglas de evaluación. Dichas reglas de evaluación se realizarán utilizando como

referencia el método de la escala gráfica de calificaciones, que es una técnica para evaluar el desempeño, donde se enumeran las características (como la calidad y confiabilidad) y un rango de valores para el desempeño (ejemplo: desde insuficiente hasta sobresaliente) de cada una de las características.

En este método el jefe departamento califica cada uno de los subordinados señalando con una marca la sentencia que describe su mejor desempeño en cada característica y después se suman los valores asignados a las características para obtener un total.

Propósito: Tener un editor de reglas de evaluación ya que es necesario que se tenga niveles de medición para efectuar una evaluación de calidad.

Prioridad: Alta

Id Requerimiento: RF06

Nombre: Crear un catálogo de evaluaciones.

Descripción: Se requiere tener un catálogo de evaluaciones para las evaluaciones que ya han sido realizadas, permitiendo que al seleccionarla se muestren los resultados obtenidos.

Propósito: Analizar los resultados obtenidos de las evaluaciones con base en las reglas de evaluación establecidas.

Prioridad: Alta

Figura 1. Prototipo ventana de evaluación

Fuente: elaboración propia.

**AGRADECIMIENTOS**

Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por brindar todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados de los requerimientos funcionales obtenidos en este análisis para el desarrollo de la plataforma web de evaluación de desempeño laboral, en este artículo, se puede concluir que el objetivo se completó satisfactoriamente con la metodología utilizada, por otra parte, la aportación principal de este trabajo consiste en dar inicio a la recolección de información y análisis, basándonos en la metodología RUP y siguiendo la primera fase de Inicio.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Chiavenato, I. (2007). *Administración de recursos humanos (Octava ed.)*. México, D.F.: **McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.**

[2] Sierra, M. (2012). *Conceptos Generales - Metodologías*. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx>: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa3/conceptos_generales_innv.pdf

[3] Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software (Novena ed.)*. México: **PEARSON EDUCACIÓN**.

[4] Guerrero, R. (2011). *Diseño y Desarrollo web con HTML 5 y CSS (Primera ed.)*. **IC Editorial**.

[5] Gauchat, J. (2012). *El gran Libro de HTML5, CSS3 y Javascript (Primera ed.)*. **Barcelona: MARCOMBO, S.A.**

[6] Harris, A. (2014). *Beginning HTML5 and CSS3 For Dummies (Tercera ed.)*. **New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.**

[7] Lambert, M. (2016). *Learning Bootstrap 4 (Segunda ed.)*. **Packt Publishing**.

[8] Bruce, J. (2019). *Visual Studio Code, End-to-End Editing and Debugging Tools for Web Developers (Primera ed.)*. **Wiley**.



Modelo logístico y análisis factorial para explicar el crecimiento de setas comestibles de *Pleurotus ostreatus*

Juárez-Santillán Luis Felipe¹, Martínez-Reséndiz Georgina², Extocapan-Molina Jocabel¹, López-Ceballos José de Jesús¹ y Reyes-Gómez Juan Pablo^{1*}

Contacto: juanpablo_d@utgz.edu.mx
Teléfono: 766-121-2292

Área Temática: **Sustentabilidad**

Juárez-Santillán Luis Felipe, Doctorado en Química, Agrobiotecnología, Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora.

Martínez-Reséndiz Georgina, Doctorado en Ambiental, Humedales y Sustentabilidad Ambiental, Instituto Tecnológico de Misantla.

Extocapan-Molina Jocabel, Maestría en Ciencia Ambientales, Agrobiotecnología, Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora.

López-Ceballos José de Jesús, Ingeniero Agrónomo, Agrobiotecnología, Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora.

Reyes-Gómez Juan Pablo, Ingeniero en Biotecnología, Agrobiotecnología, Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora.

RESUMEN: *La implementación de un modelo matemático, ya sea para explicar crecimiento vegetal o producción, son de importancia, ya que permiten predecir y controlar variables relacionadas con el cultivo de estudio. El principal objetivo de este trabajo fue explicar el crecimiento de setas comestibles a partir del modelo logístico, así como realizar un análisis factorial para conocer la relación entre las variables analizadas. En el trabajo se desarrollaron 10 tratamientos (3 con cada sustrato sin ajuste de pH; 3 con cada sustrato y ajustando el pH; 3 con mezcla 50:50 de cada sustrato, ajustando el pH y 1 con una mezcla de 33:33:33 de cada sustrato ajustando el pH); con las variables analizadas, se desarrolló el modelo logístico, así como la correlación de*

Pearson y Análisis Factorial. Los principales resultados indican que el crecimiento de setas comestibles se ajusta al modelo logístico, en cuanto a la correlación de Pearson y análisis factorial se puede decir que el mejor tratamiento es el 10, debido a que las variables relacionadas con producción se agrupan con este tratamiento. La información obtenida permitirá que en estudios futuros se puedan hacer predicción de producción, así como controlar las variables que tienen relación directa con esta.

PALABRAS CLAVE: *modelo logístico, setas comestibles, análisis factorial, Pleurotus ostreatus, setas comestibles.*



ABSTRACT: *The implementation of a mathematical model, either to explain plant growth or production, is of importance, since it allows to predict and control variables related to the study crop. The main objective of this work was to explain the growth of edible mushrooms from the logistic model, as well as to perform a factor analysis to know the relationship between the variables analyzed. In the work, 10 treatments were developed (3 with each substrate without pH adjustment; 3 with each substrate and adjusting the pH; 3 with a 50:50 mixture of each substrate, adjusting the pH and 1 with a 33:33:33 mixture. of each substrate adjusting the pH); With the analyzed variables, the logistic model was developed, as well as the Pearson correlation and Factor Analysis. The main results indicate that the growth of edible mushrooms is *Pleurotus ostreatus* conforms to the logistic model, in terms of Pearson's correlation and factor analysis it can be said that the best treatment is 10, because the variables related to production are grouped with this treatment. The information obtained will allow future studies to predict production, as well as control the variables that are directly related to it.*

KEYWORDS: *logistic model, edible mushrooms, factor analysis, *Pleurotus ostreatus*, edible mushrooms.*

INTRODUCCIÓN

Obtener un modelo matemático, que permita predecir el crecimiento de alguna especie vegetal, resulta interesante para determinar tiempos en los cuales se necesitan micro o macronutrientes. *Pleurotus ostreatus* es un hongo de fácil manejo, del cual se obtienen setas comestibles como una alternativa en la dieta del ser humano.

El estudio de crecimiento vegetativo en todo tipo de cultivos es necesario, para lo cual se

debe considerar un modelo matemático que incluya la fórmula explícita, el considerado y finalmente ser aceptada [1 y 2]. Gran parte de los estudios de modelos matemáticos se han enfocado en crecimiento poblacional, propagación de un virus y pocos estudios se han dedicado a modelos matemáticos enfocados al área vegetal. Para realizar un modelo matemático en especies vegetales es importante considerar las funciones, procesos e interacciones del objeto de estudio; en el inicio de cultivo, el crecimiento se da bruscamente, posteriormente el crecimiento disminuye hasta alcanzar un máximo, este comportamiento da como resultado una curva sigmoide [3, 4, 5 y 6]. Para estudiar este tipo de curvas, se ha planteado el modelo logístico.

Varios modelos de crecimiento poblacional, suponen que los recursos son inagotables, sin embargo, en una población, esto son limitados y en cuanto a un cultivo, éste siempre cumple un ciclo; por lo que una población y un cultivo no pueden crecer de forma indefinida [7]. Los modelos matemáticos que permiten explicar el crecimiento de especies vegetales han sido los exponenciales, sigmoides y modelos de Malthus, por mencionar algunas. En la actualidad el modelado matemático aplicado a especies vegetales se está empleando para predecir rendimiento de cultivo, así como para calcular riesgos en pérdidas de producción. La modelación matemática permite estimar los parámetros de los procesos biológicos, y realizar proyecciones futuras de los resultados productivos, la misma constituye una herramienta muy útil para poder desarrollar una agricultura eficiente. Su correcta utilización facilita tomar decisiones certeras, por lo que su empleo constituye una vía efectiva para modelar el crecimiento de pastos y forrajes [8].

Este trabajo tiene por objetivo explicar el crecimiento de setas comestibles a partir del modelo sigmoide o expo-lineal, el cual permita determinar un mejor manejo de este cultivo



sustentable, así como, desarrollar un análisis factorial que permita determinar que variables influyen directamente en el crecimiento de setas comestibles. Los resultados de esta investigación, servirán para estudios posteriores, en los cuales se puedan manipular de una mejor forma las variables, lo que permitirá una mayor producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Siembra y crecimiento

Se emplearon tres diferentes sustratos (Paja, hoja de plátano y maíz) con los cuales se realizó un diseño de experimentos simplex de centroide. En la Figura 1, se observa el diseño simplex centroide con p=3 componentes que consta de 7 puntos (Montgomery, 2004). Los sustratos fueron previamente secados y esterilizados [9]. Posteriormente se agregaron 50 g de micelio en 2 kg de sustrato húmedo, esparciéndolo homogéneamente. Después se añadió la mezcla a una bolsa de plástico transparente se selló y rotuló [10, 11 y 12]. Una vez que emergieron los primordios se inició con la medición del tamaño de sombreros de las setas en periodo de seis días; las variables analizadas después de la cosecha fueron: número de primordios (NP), cosecha, sólidos totales (ST), cenizas (C), sólidos biodegradables (SB), humedad de la seta (H), tamaño de sombrero del día uno al seis (TS1-TD6), temperatura ambiente (TA) y humedad relativa (HR).

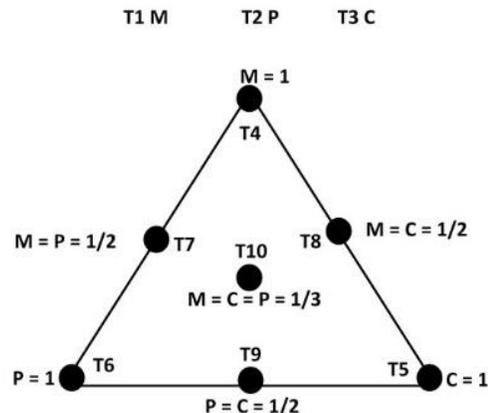


Figura 1. Diseño de experimento simplex de centroide.

Del diseño de experimentos realizado, se obtuvieron siete tratamientos y se realizaron tres más empleando sólo los sustratos puros [9].

Desarrollo de la Ecuación diferencial a partir de un modelo logístico

Se planteó la siguiente ecuación:

$$\frac{dc}{dt} = kC(1 - \alpha) \text{-----Ec. 1}$$

- K = constante de crecimiento
- C = tamaño inicial
- α = fracción de crecimiento

$$\alpha = \frac{C1}{cmax} \text{-----Ec. 2}$$

C1 = crecimiento en determinado tiempo
cmax = Tamaño máximo alcanzado

La ecuación 2 se sustituye en ecuación 1

$$\frac{dc}{dt} = kC \left(1 - \frac{C1}{cmax}\right) \text{-----Ec. 3}$$

La ecuación 3, se resolvió por el método de variables separables.



Correlación de Pearson y Análisis factorial

Con las variables analizadas (NP, cosecha, ST, C, SB, H, TD1-TD6, TA y HR) se realizó una correlación de Pearson y un análisis factorial que permitieron determinar que variables influyen en el crecimiento de setas comestibles, se empleó el programa estadístico SPSS versión 26. Los datos empleados para estos análisis se tomaron de Vázquez-Vázquez *et. al.*, 2020.

RESULTADOS

Modelo matemático

Después de integrar la ecuación 3, se obtuvieron las ecuaciones que aparecen en la tabla 1. Las ecuaciones obtenidas para cada tratamiento, indican que el crecimiento de setas comestibles de *Pleurotus ostreatus* se puede explicar por el modelo logístico (Tabla 1). Los valores de R^2 (tabla 1), indican que el modelo logístico se ajusta bien al crecimiento de este tipo de cultivo. Hasta la fecha no hay reportes de estudios enfocados a modelar crecimiento de este tipo de especies vegetales.

En la figura 1, se muestra el crecimiento de las setas comestibles en los diferentes sustratos empleados, se puede observar que sigue un crecimiento de tipo logístico. El crecimiento logístico se puede simular haciendo uso de modelos logísticos, los cuales puedan integrar la cinética fotosintética en la tasa de crecimiento [13]. El crecimiento de plantas es un proceso mecánico. Los modelos matemáticos sirven para explicar el comportamiento y crecimiento de poblaciones, sin embargo, en el área vegetal hace falta

información para promover reconocimiento mutuo en todas las disciplinas. El modelado puede describir crecimiento y morfogénesis. La colaboración interdisciplinaria permite abordar temas para comprender el crecimiento de plantas [14].

Tabla 1. Ecuaciones de modelos logístico y valores de R^2 para cada tratamiento

Tratamiento	Ecuación de modelo logístico	R^2
T1	$y = \frac{8.10}{1 + 36.35 e^{-1.49x}}$	0.9921
T3	$y = \frac{12.60}{1 + 10.07 e^{-0.93x}}$	0.9948
T4	$y = \frac{8.21}{1 + 13.58 e^{-1.52x}}$	0.9943
T5	$y = \frac{8.27}{1 + 14.00 e^{-1.43x}}$	0.9966
T6	$y = \frac{9.60}{1 + 12.49 e^{-1.29x}}$	0.9984
T7	$y = \frac{8.10}{1 + 13.03 e^{-1.26x}}$	0.9992
T8	$y = \frac{8.41}{1 + 7.91 e^{-0.88x}}$	0.9931
T10	$y = \frac{7.87}{1 + 10.93 e^{-1.32x}}$	0.9987

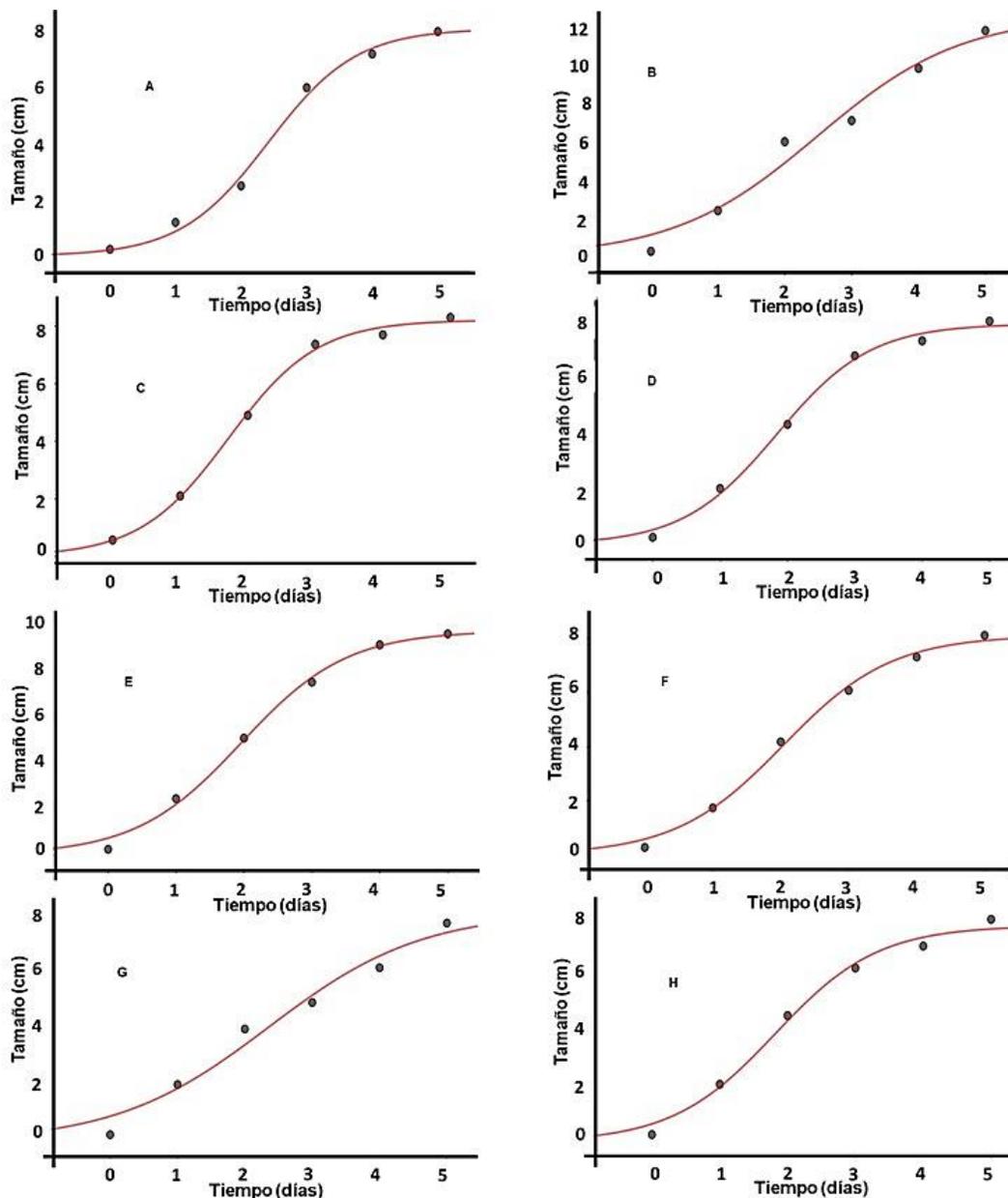


Imagen 1. Graficas de modelo logístico por tratamiento: A) Hoja de plátano; B) paja de cebada; C) maíz; D) hoja de plátano; E) paja de cebada; F) maíz/paja; G) plátano maíz; H) paja de cebada/maíz/hoja de plátano. Los puntos grises representan los datos obtenidos experimentalmente y las líneas rojas se obtuvieron de las ecuaciones de cada tratamiento (Tabla 1).

Todos los tratamientos se ajustan al modelo logístico, lo que permite que este modelo puede ser empleado para explicar el crecimiento de setas comestibles.

Villegas et al., 2019, compararon modelos no lineales para describir el crecimiento de plantas con base en la producción de materia seca, los resultados indicaron que cuatro modelos están relacionados con el rendimiento; el modelo Gompertz muestra una



debilidad frente al resto, los modelos de Von Betelanffy y Brody mostraron que su implementación no es conveniente y en cuanto al modelo logístico es aplicable en periodos de sequía; en general los modelos no lineales se relacionan con el crecimiento máximo. Indicando que el uso de modelos matemáticos aplicados a crecimiento vegetal, se deben seguir implementando, ya que ayudarán en la predicción de rendimiento enfocado en producción, así como en el control de variables que intervienen en el desarrollo del cultivo.

Correlación de Pearson

La correlación es una asociación entre dos variables, esta relación puede ser positivas, lo que indica que, si una variable aumenta, la otra también; o negativa, indicando que si una disminuye la otra aumenta. La correlación toma valores que van de -1 a 1 [16]. En la tabla 2, se muestra el análisis de correlación de Pearson, hay correlaciones positivas significativas entre los diámetros de la seta, lo cuales resultan lógicos, ya que ellos dependen entre sí. El número de primordios presenta una correlación significativa y negativa (-0.41) con la temperatura ambiente, lo que indica que si la temperatura aumente el

número de primordios disminuye, por lo que es importante mantener este parámetro en valores adecuada al inicio del establecimiento del cultivo y hasta la aparición de los mismos. El tamaño de diámetro inicial, presenta una correlación positiva (0.89) con la cosecha, lo que indica que, si desde un inicio la seta es de buen tamaño y si las condiciones son las adecuadas, habrá una buena producción y de aquí la correlación positiva (0.41) entre la cosecha y las cenizas. La correlación significativa y negativa (-1.00) entre los sólidos totales y humedad, se puede explicar debido a que la humedad, si bien genera un efecto positivo en el tamaño de la seta, este no se ve reflejado en la cantidad de sólidos totales, por lo que se debe tener control de este parámetro para tener una seta adecuada de tamaño. La correlación negativa entre ST con TD4 y TD5 (-0.58 y -0.49, respectivamente), se podría justificar posiblemente que en esto días de crecimiento es cuando alcanza la mayor madurez la seta, por lo que es cuando más control de humedad debe haber. La correlación positiva entre la cosecha y TD1, indica que será crucial el tamaño inicial de la seta, para estimar una buena o mala producción.

Tabla 2. Correlación de Pearson

	NP	Cosecha	ST	C	SB	H	TD1	TD2	TD3	TD4	TD5	TD6	TA	HR
NP	1													
Cosecha	0.01	1												
ST	0.15	-0.03	1											
C	-0.11	0.41*	0.33	1										
SB	0.19	-0.17	0.93**	-0.04	1									
H	-0.14	0.02	-1.00**	-0.33	-0.93**	1								
TD1	-0.04	0.89**	-0.14	0.43*	-0.30	0.14	1							
TD2	-0.18	-0.15	0.03	-0.04	0.05	-0.03	-0.27	1						
TD3	-0.03	-0.31	-0.11	0.09	-0.15	0.11	-0.42*	0.84**	1					
TD4	-0.27	-0.12	-0.58**	0.24	-0.72**	0.58**	-0.03	0.41*	0.58**	1				
TD5	0.12	-0.26	-0.49*	-0.11	-0.50*	0.49*	-0.32	0.42*	0.69**	0.75**	1			
TD6	0.20	-0.23	-0.27	-0.15	-0.24	0.27	-0.37	0.45*	0.73**	0.48*	0.91**	1		
TA	-0.41*	0.33	-0.36	0.16	-0.44*	0.36	0.29	0.44*	0.42*	0.48*	0.33	0.29	1	
HR	0.18	-0.04	0.17	0.18	0.10	-0.17	0.11	-0.10	-0.12	0.05	-0.11	-0.16	0.09	1



Análisis Factorial

El análisis factorial tiene por objetivo explicar la posible correlación entre ciertas variables, a partir de la reducción de variables, a un tamaño manejable. Para hacerlo, utiliza una serie de combinaciones lineales de las observadas con otras que no son visibles [17]. En la imagen 2, se observa el análisis factorial, el cual se realizó con el el F1 y F2, los cuales explican un 49.49 % de la varianza, además de que con estos factores se pueden observar mejor la relación tratamiento producción. El análisis factorial (Imagen 2), se pueden hacer tres agrupaciones, estas se hicieron tomando en cuenta el valor absoluto más pequeño y significativo que aparece en la correlación de Pearson (0.41). Con base en

esto se puede ver un primer grupo en donde se agrupan los sólidos totales y biodegradables, indicando la dependencia que positiva que tienen estos entre sí. Un segundo grupo es el que presentan los T1 y T10 con la cosecha, TD1 y TA; indicando T1 y T2 son los tratamientos en los que se presentó la mayor cosecha y que la temperatura y el tamaño de diámetro de las setas al inicio es muy importante para obtener una buena producción. Un tercer grupo con T5, T6 con TD4, TD5 y contenido de humedad; esto indica que T5 y T6 son los tratamientos que presentan el mayor contenido de humedad, pero esto no refleja que la humedad favorezca la cosecha o el contenido de sólidos.

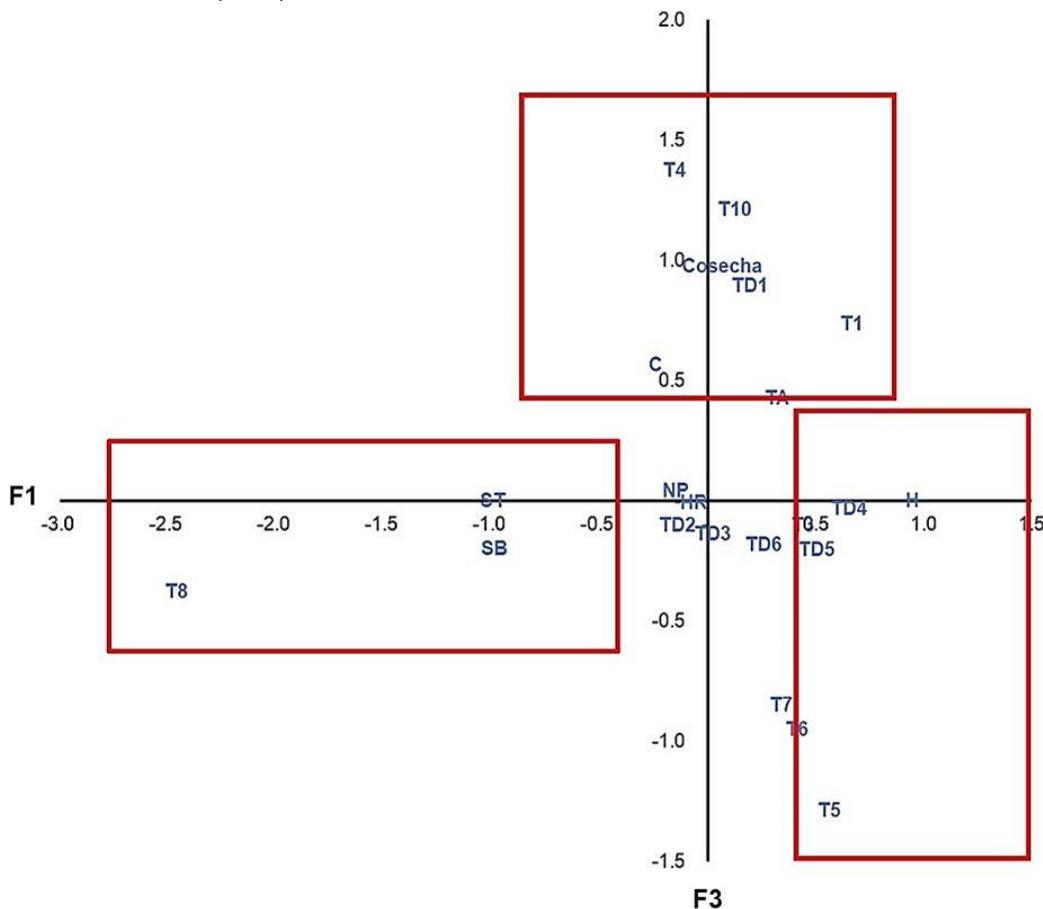


Imagen 2. Análisis factorial entre F1 y F3, explicando el 49.49 % de la varianza



Conclusiones

El modelo logístico se ajusta al crecimiento de setas comestibles, esto servirá para que en estudios futuros se pueda tener un mejor manejo en las variables que afectan el crecimiento.

El análisis factorial indica que la variable cosecha se agrupa de una mejor forma con el T10, lo que sugiere que, este es el mejor que el sustrato empleado en este tratamiento es el mejor para la producción de setas comestibles

Bibliografía

- [1] E. Parra, G. Wilson y J. P. Wilson. *Modelos de Crecimiento Poblacional: Enseñanza-Aprendizaje desde las Ecuaciones Recursivas. Formación Universitaria*, 12 (1) 25-34, 2019.
- [2] L. Cao, P. J. Shi, L. Li y G. Chen. *A New Flexible Sigmoidal Growth Model. Symmetry*, 11, 204, 2019. doi:10.3390/sym11020204
- [3] M. Sámano. *Aplicación de la regresión polinomial en el modelo de crecimiento hocico-cloaca en relación con el peso en iguana negra, Ciencia y Mar XIII*, 21-28 (2009). Quiñonez-Velázquez & Gómez-Muñoz, *Crecimiento individual de larvas de la anchoveta norteña, CalCOFI Rep. XXVII*, (1986). Cedillo-Filho, *Crecimiento y producción de repollo en función de la densidad de población y nitrógeno, Agrociencia* 45, No. 5, 2011.
- [4] G. A. F. Seber, y C. J. Wild. *Nonlinear Regression*, (John Wiley and Sons, Auckland, New Zelanda, 2000), pp. 325-365. Bethea, R. M., Duran B. S. & Boullion, T. L., *Statistical Methods for Engineers and Scientist. Marcel Dekker, Inc., New York, 1985.*
- [5] M. B. Priestley. *Non-linear and non-stationary time series analysis. London: Academic Press. 237 p. 1988*
- [6] J. Hammond. *Growth and the development of mutton qualities in the sheep. London: Oliver & Boyd. 597 p, 1982.*
- [7] C. C. Xavier, del C. de G. María y C. S. ARMANDO. *Introducción a los modelos matemáticos de crecimiento con aplicaciones en sistemas biológicos. UMDI-Sisal, Facultad de Ciencias Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 2009.*
- [8] G. G. B. Gasca, V. M. Herrera, P. C. Padilla y B. C. W. Walkiria. *Modelos matemáticos para describir la producción de biomasa de la Moringa oleífera. Ciencia Universitaria. 16(1), 2018.*
- [9] M. G. Vázquez-Vázquez, L. F. Juárez-Santillán, F. A. Aguilar-Aguilar, G. Martínez-Reséndiz, J. de J. López-Ceballos y J. P. Reyes-Gómez. *Evaluación de diferentes sustratos agroresiduales para la producción de pleurotus ostreatus RINDERESU vol. 4 (1-2): 103-118, 2020.*
- [10] E. Loss, A. R. Royer, y A. C. Barana. *Use of maize wastewater for the cultivation of the Pleurotus spp. mushroom and optimization of its biological efficiency. Journal of Hazardous Materials, 166(2-3), 1522-1525, 2009. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.11.014*
- [11] M. T. Verner, Q. S. Madeline, y Á. H. Cristian. *Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (Pleurotus*



ostreatus). *Información Tecnológica*. Vol. - 21 N° 2. 13-20, 2010.

[12] M. H. Romero, M. A. Damián, A. M. Tapia, J. F. Parraguirre y J. Juárez. *Evaluación de la capacidad productiva de Pleurotus ostreatus con el uso de hojas de plátano (Musa paradisiaca L., cv. roatan) deshidratada, en relación con otros sustratos agrícolas. Agronomía costarricense* 53-63: 0377-9224, 2010.

[13] T. Kawano, N. Wallbridge y C. Plummer. *Logistic Models for Simulating the Growth of Plants by Defining the Maximum Plant Size as the Limit of Information Flow, Plant Signaling & Behavior*, 2020. DOI: 10.1080/15592324.2019.1709718

[14] T. Euan, S. J. Luo y J. Rosemary. Dyson., *Mathematical principles and models of plant growth mechanics: from cell wall dynamics to tissue morphogenesis Journal of Experimental Botany*, Vol. 70, No. 14 pp. 3587-3599, 2019.

[15] Villegas, D., Valbuena, N. & Milla, M. *Evaluación de modelos aplicados a la producción de materia seca de Brachiaria brizantha en el periodo lluvioso. Revista de Ciencias Agrícolas*. 36(1), 33-45, 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.193601.96>

[16]. J. L. Rodgers y W. A. Nicewander. *Thirteen ways to look at the correlation coefficient. Am Stat.*, 42:59-66. 1988.

[17] C. Méndez-Martínez y M. A. Rondón-Sepúlveda., *Introducción al análisis factorial exploratorio Rev. Colomb. Psiquiat.*, 41 (1), 2012.



Herramienta *Lean Manufacturing* en el Incremento de la Productividad: caso MiPyME's

Montalvo-Romero, Nayeli¹; Montiel-Rosales, Aarón²; Jasso-Vázquez, Ana Karem³; Hernández-Rivera, Erandy Saray⁴; Méndez Trujillo, Jorge Alejandro⁵

¹ nayelimontalvor@gmail.com

² ar.chimedes@hotmail.com

³ lrs18110017@purisima.tecnm.mx

⁴ 192t0274@itsm.edu.mx

⁵ 192t0287@itsm.edu.mx

Contacto:

nayelimontalvor@gmail.com

476 709 5284

Área temática: **Negocios**

¹ Maestra en Ingeniería Industrial, División de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle No. 2301, C.P. 36413, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Guanajuato-México.

² Maestro en Ingeniería Industrial, División de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle No. 2301, C.P. 36413, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Guanajuato-México.

³ Alumna de Ingeniería Industrial, División de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle No. 2301, C.P. 36413, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Guanajuato-México.

⁴ Alumna de Ingeniería en Gestión Empresarial, División de Ingeniería en Gestión Empresarial, Tecnológico Nacional de México / ITS de Misantla, Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite, C.P. 93821, Misantla, Veracruz-México.

⁵ Alumno de Ingeniería en Gestión Empresarial, División de Ingeniería en Gestión Empresarial, Tecnológico Nacional de México / ITS de Misantla, Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite, C.P. 93821, Misantla, Veracruz-México.

RESUMEN: *El incremento de la calidad en productos y/o servicios es una métrica que se persigue día a día, en todas las empresas. Las MiPyPE's, —se considera— son los sectores más vulnerables, ya que, son empresas que se caracterizan por ser organizaciones familiares—empíricas no tecnificadas y que generalmente son dirigidas por el mismo dueño, quien abastece a un mercado pequeño*

—regional—. En tal sentido, la prioridad de estas empresas se centra en generar utilidades para la subsistencia, dejando en segundo término la optimización de los sistemas productivos de la organización; por lo que, estas organizaciones generalmente carecen, e.g., de un sistema de planeación de la producción, de un modelo de control de inventarios; estos fenómenos generan en las organizaciones



Año 2021 | No. I

Congreso Interdisciplinario de Ingenierías

ISSN: 2395-9649

fugas de ingresos asociados a gastos que son originados por no contar con un sistema eficiente de control de la producción. Sin embargo, para llegar a dicho control se requiere de la estabilización del proceso. El presente artículo aborda, la implementación de la estabilización del proceso productivo mediante herramientas Lean Manufacturing pertenecientes al Sistema de Producción Toyota a una MiPyMe. El estudio permitió estabilizar el proceso, y con ello la reducción del desperdicio en un 84%.

PALABRAS CLAVE: Estabilización, Lean Manufacturing, MiPyME's, Productividad, Sistema de Producción Toyota.

ABSTRACT: *The increase in quality in products and/or services is a metric that is pursued day by day, in all companies. The MiPyME's, it is considered, are the most vulnerable sectors, since they are companies that are characterized by being non-technical family-empirical organizations and that are generally directed by the owner himself, who supplies a small market —regional—. In this sense, the priority of these companies is focused on generating profits for subsistence, leaving in second place the optimization of the productive systems of the organization; therefore, these organizations generally lack, e.g., a production planning system, an inventory control model; these phenomena generate in organizations leaks of income associated with expenses that are caused by not having an efficient production control system. However, to reach this control requires the stabilization of the process. This article addresses the implementation of the stabilization of the production process through Lean Manufacturing tools belonging to the Toyota Production System to a MiPyME.*

The study allowed to stabilize the process, and with it the reduction of waste by 84%.

KEYWORDS: *Stabilization, Lean Manufacturing, MSMEs, Productivity, Toyota Production System.*

INTRODUCCIÓN

La reactivación económica en época post COVID-19, requiere la implementación de estrategias que permitan a las empresas reponerse a los estragos de la recesión económica.

En México las MiPyME's (Micro, Pequeñas y Medianas Empresas) según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en su reporte del 22 de marzo del 2021; menciona que en el Censo Económico del 2019 se encontraron 4.9 millones de establecimientos del sector privado y paraestatal, ocupando 27 millones de personas, de los cuales, el 99.8% pertenecían al conjunto de establecimientos MiPyME's; ahora bien, de los 4.9 millones de establecimientos MiPyME's, el EDN (Estudio sobre la Demografía de los Negocios) al 2020 estimó que sobrevivieron 3.9 millones, representando con ello, el 79.2%, mientras que más de un millón de establecimientos cerraron definitivamente —20.8%—, aunado a esto, a 17 meses del levantamiento censal nacieron 619,443 establecimientos —12.8%—; entonces, en septiembre se estima una disminución del 8.1% [1]. Entonces, el que el 20.8% de las empresas cerrara, es atribuible a los efectos colaterales de la pandemia del COVI-19 [2].

Es el Sistema de Producción Toyota (TPS, *Toyota Production System*), es considerado como un enfoque que, e.g., permite fabricar con mayor eficacia, reducir costos, producir con mayor calidad [3]. El TPS, ha sido implementado exitosamente, e.g., en la gestión de residuos [4], en la estandarización de salas de operación de una clínica [5], en la

fabricación de bielas [6], en el mantenimiento de cultivos agrícolas [7], en la gestión de riesgos para ayudar a controlar los accidentes laborales [8], se reduce el inventario de producto en proceso en la fabricación de componentes de caldera [9], la aplicación de six-sigma permite reducir los tiempos de entrega en la fabricación de ejes para automóvil [10].

Considerando las diversas aplicaciones mostradas de *Lean Manufacturing*. El presente estudio aborda el análisis de la implementación del proceso de estabilidad del TPS (véase Figura 1); en una MiPyMe de la región sur de México. La “estabilidad persigue la eliminación del despilfarro y la reducción de la variación en la máquina y en su entorno” [11].

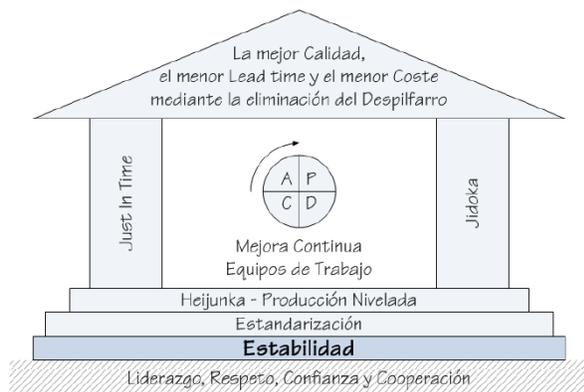


Figura 1. Casa del Lean Manufacturing. Fuente: Madariaga (2019, pp. 35).

En tal sentido, se considera que el logro de la estabilidad del negocio mediante en enfoque *lean*, se abonará a una reactivación económica de las MiPyME's en la llamada Nueva Normalidad en época post COVID-19.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolla en el núcleo de un negocio familiar, MiPyME, ubicado en el sur de la República Mexicana. El negocio esta a cargo del dueño —madre de familia—, mientras que este es atendido por los empleados —hijos—.

La Figura 2, muestra el enfoque metodológico empleado en el presente estudio de investigación, que al perseguir la estabilidad del proceso, la Metodología de las 5's —S: *Seiri* (clasificación), *Seiton* (orden), *Seiso* (limpieza), *Seiketsu* (estandarizar) y *Shitsuke* (mantener la disciplina)— como filosofía del TPS de la Casa del *Lean Manufacturing*, debe ser implementado.



Figura 2. Metodología de implementación de las 5's, en las MiPyME's. Fuente: Elaboración propia.

Reconocimiento de las Áreas

La MiPyME “5 de Mayo S.A. de C.V.” —negocio objeto del presente estudio—, es un negocio familiar dedicado a la comercialización de equipo telefónico, por lo que, las áreas productivas son mínimas, en tal sentido el presente estudio se centra en el proceso de ventas, dado que es el área estratégico y primordial, en el que se atienden a las personas y se les brinda el servicio.

Recolección de Información

Un levantamiento de campo se realizó en el negocio, con el objetivo de identificar la situación actual de la empresa. Para esto se realizaron diversas visitas, en donde a través de un instrumento de recogida de información, cuestionario de Auditoría de las 5's. El cuestionario aplicado al personal del negocio, de venta de equipo de telecomunicaciones permitió identificar la situación actual del negocio (ver Figura 3).



Año 2021 | No. I

Congreso Interdisciplinario de Ingenierías

ISSN: 2395-9649

Categoría	Elemento	10	7	4	1	Comentarios
Selección	Distinguir entre lo necesario y lo que no es					
	¿Han sido eliminados todos los artículos innecesarios?					
	¿Están todos los artículos restantes correctamente arreglados en condiciones sanitarias y seguras?					
	¿Los corredores y áreas de trabajo son lo suficientemente limpias y señaladas?					
	¿Los artículos almacenados están siendo almacenados en el almacén de tarjetas rojas y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?					
	¿Existe un procedimiento para disponer de los artículos innecesarios?					
Puntaje total						
Ordenamiento	Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar					
	¿Existe un lugar específico para todo, marcado visualmente y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?					
	¿Está todo en su lugar específico y bajo las normas de buena práctica de manufactura?					
	¿Son los estándares y límites fáciles de reconocer?					
	¿Es fácil reconocer el lugar para cada cosa?					
	¿Se vuelven a colocar en su lugar las cosas después de usarlas?					
Puntaje total						
Limpieza	Limpieza y buscando métodos para mantener limpio					
	¿Son las áreas de trabajo limpias, y se usan detergentes y limpiadores aprobados?					
	¿El equipo se mantiene en buenas condiciones y limpio?					
	¿Es fácil distinguir los materiales de limpieza, uso de detergentes y limpiadores aprobados?					
	¿Las medidas de limpieza utilizadas son inviolables?					
	¿Las medidas de limpieza y horarios son visibles fácilmente?					
Puntaje total						
Estandarización	Mantener y monitorear las primeras 3'S					
	¿Está toda la información necesaria en forma visible?					
	¿Se respeta consistentemente todos los estándares?					
	¿Están asignadas y visibles las responsabilidades de limpieza?					
	¿Están los botes y los compartimientos de desperdicios vacíos y limpios?					
	¿No están los contenedores de productos y/o ingredientes en contacto directo con el piso?					
Puntaje total						
Auto-disciplina	Apegarse a las reglas, escrupulosamente					
	¿Los trabajadores observan los procedimientos estándar de 5S y seguridad?					
	¿Está siendo la organización, el orden y la limpieza regularmente observada?					
	¿Todo el personal se involucra en el método de almacenamiento?					
	¿Son observadas las reglas de seguridad y limpieza?					
	¿Se respetan las áreas de no fumar y no comer?					
¿La basura y desperdicio están bien focalizados y ordenados?						
Puntaje total						

Figura 3. Cuestionario de Auditoría de las 5's. Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

El estudio inicia con la concientización de la importancia de estabilizar el proceso como base de un proceso de mejora continua, y logrado este objetivo con el dueño y personal de la MiPyME, se da inicio con la implementación de cada una de las 5's.

Seiri

La primera S, aborda el seleccionar. En el negocio se identificaron los objetos innecesarios, y que ocupaban espacio (ver Figura 4); por lo que, se procedió a separar los objetos (ver Figura 5).



Figura 4. Antes de la implementación del Seiri. Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Después de la implementación del Seiri. Fuente: Elaboración propia.

Seiton

La segunda S, aborda el organizar. Para esto en el negocio "5 de Mayo" se dispuso en forma ordenada todos los elementos esenciales, de manera que se tenga fácil acceso a éstos. La Figura 7, muestra la vitrina donde son exhibidos los productos del negocio. En esta vitrina los equipos están inadecuadamente ordenados, y en algunos casos el precio no correspondía al del producto.



Figura 6. Antes de la implementación del Seiton. Fuente: Elaboración propia.

Identificadas las no conformidades dentro de la vitrina del negocio, se procede a organizar los equipos. En tal sentido, los equipos son identificados de acuerdo con la gama a la que pertenecen; así mismo, se revisa el catálogo de precios, por lo que una actualización se realiza (véase Figura 7).



Año 2021 | No. I

Congreso Interdisciplinario de Ingenierías

ISSN: 2395-9649



Figura 7. Después de la implementación del Seiton.
Fuente: Elaboración propia.

Seiso

La tercera S, aborda la limpieza. Para poder mantener el negocio en buenas condiciones de limpieza, higiene, y funcionalidad se implementa la tercera S; entonces, para realizar el proceso de limpieza que se define una calendarización de programación de limpieza (ver Figura 8).

PROGRAMA DE LIMPIEZA				
SECCIÓN	ÁREAS	RESPONSABLE	TURNO	FRECUENCIA
LOCAL	Mostrador	Personal en turno	1 y 2	Diario
	Pisos	Personal en turno	1 y 2	3 Veces al día
	Baños	Personal en turno	1	Diario
	Productos	Personal en turno	1 y 2	Diario

Figura 8. Programa de limpieza. Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, dado el contexto de la emergencia sanitaria debida al COVID-19, la actividad de limpieza no solo es una necesidad sino un requisito, por lo que esta tercer S; es de suma importancia. Entonces, para una limpieza adecuada los procedimientos desarrollados implican: (a) limpiar y desinfectar el mostrador, (b) limpiar el piso, (c) lavar el sanitario, y (d) limpiar los productos.

Seiketsu

La cuarta S, aborda a estandarizar. Por lo anterior se establecieron metodologías, procedimientos y pasos a seguir que contribuyen con la labor de estandarización en las primeras tres “S”, estas normas se deben respetar con rigor e implican para la empresa

objeto de estudio, las siguientes políticas a seguir:

- Inspeccionar el puesto de trabajo, y no recibirlo sino cumple con las políticas de orden y limpieza, esto antes de iniciar con la jornada laboral.
- Mantener organizado y limpio el área de trabajo, esto durante la jornada laboral.
- Limpiar y ordenar, el área de trabajo para dejarlo listo para el siguiente turno, esto al finalizar la jornada laboral.

Shitsuke

La quinta S, aborda mantener la disciplina. La quinta fase permitirá al negocio “5 de Mayo” adquirir el hábito de las prácticas y aplicar la mejora continua en el trabajo diario. Por lo que, el dueño del negocio define, las siguientes políticas internas:

- Establecer y recordar al personal cuáles son los métodos que debe seguir para realizar correctamente su trabajo, además de colocar indicadores o avisos a la vista del personal.
- Realizar repetidamente una tarea, al realizar repetidamente una misma tarea, las personas tendrán práctica en esa labor y podrán realizar correctamente las cosas y con naturalidad.
- Compromiso, el formar nuevos hábitos en las personas y lograr que interioricen este concepto.

Evaluación en el Desempeño de la Implementación de las 5’s

La Figura 9, presenta los resultados de la implementación de la última auditoría realizada a la MiPyME, empresa objeto de estudio; mientras que en la Figura 10, se muestra el comportamiento de los *ítems* de las tres auditorías aplicadas en la empresa “5 de Mayo”, a lo largo del estudio. El estudio se desarrollo en un lapso de 3 semanas; en cada semana, se aplico un cuestionario para ver el desempeño del enfoque *lean*.



Año 2021 | No. I

Congreso Interdisciplinario de Ingenierías

ISSN: 2395-9649

Categoría	Elemento	10	7	4	1	Comentarios
Selección	Distinguir entre lo necesario y lo que no es	X				
	¿Han sido eliminados todos los artículos innecesarios?	X				
	¿Están todos los artículos restantes correctamente arreglados en condiciones sanitarias y seguras?		X			
	¿Los corredores y áreas de trabajo son lo suficientemente limpias y señaladas?	X				
	¿Los artículos almacenados están siendo almacenados en el almacén de tarjetas rojas y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?		X			Señalar con tarjetas
Ordenamiento	¿Existe un procedimiento para disponer de los artículos innecesarios?	X				
	Puntaje total					44/50
	¿Hay lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar					
	¿Existe un lugar específico para todo, marcado visualmente y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?	X				
	¿Está todo en su lugar específico y bajo las normas de buena práctica de manufactura?	X				
Limpieza	¿Son los estándares y límites fáciles de reconocer?	X				
	¿Es fácil reconocer el lugar para cada cosa?	X				
	¿Se vuelven a colocar en su lugar las cosas después de usarlas?	X				
	Puntaje total					50/50
	¿Limpieza y buscando métodos para mantener limpio					
Estandarización	¿Son las áreas de trabajo limpias, y se usan detergentes y limpiadores aprobados?	X				
	¿El equipo se mantiene en buenas condiciones y limpio?	X				
	¿Es fácil distinguir los materiales de limpieza, uso de detergentes y limpiadores aprobados?		X			
	¿Las medidas de limpieza utilizadas son inviolables?	X				
	¿Las medidas de limpieza y horarios son visibles fácilmente?	X				
Auto-disciplina	Puntaje total					47/50
	Mantener y monitorear las primeras 3'S					
	¿Está toda la información necesaria en forma visible?	X				
	¿Se respeta consistentemente todos los estándares?		X			
	¿Están asignadas y visibles las responsabilidades de limpieza?	X				
Estandarización	¿Están los herramientas y los componentes de desperdicio vacíos y limpios?	X				
	¿No están los contenedores de productos y/o ingredientes en contacto directo con el piso?	X				
	Puntaje total					47/50
	Apoyarse a las reglas, escrupulosamente					
	¿Los trabajadores observan los procedimientos estándar de 5S's y seguridad?	X				
Auto-disciplina	¿Está siendo la organización, el orden y la limpieza regularmente observada?	X				
	¿Todo el personal se involucra en el método almacenamiento?	X				
	¿Son observadas las reglas de seguridad y limpieza?		X			
	¿Se respetan las áreas de no fumar y no comer?	X				
	¿La basura y desperdicio están bien localizados y ordenados?	X				
Puntaje total					57/60	

Figura 9. Cuestionario de Auditoría de las 5's, al final del estudio. Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Evolución de las No-Conformidades en la MiPyME "5 de Mayo". Fuente: Elaboración propia.

El logro de cada "S", a lo largo del estudio se resume en la Figura 11. De esto se desprende que la "S" de *seiri*, es la más compleja de asimilar y adoptar en la empresa bajo estudio, mientras que la más fácil de adoptar e implementar es *seiton*.



Figura 10. Gráfica de Telaraña de las 5's, a partir de Gemba. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

La adecuada adopción e implementación de herramientas del TPS, pertenecientes a la Casa del *Lean Manufacturing*, a las MiPyME's les permite mejorar sus procesos desde las bases — "cimientos" de la casa *lean*—. En el presente estudio se encontró que una MiPyME, con un compromiso centrado en la mejora continua puede incrementar su productividad desde la estabilización del proceso del negocio, mediante la adopción de la metodología de las 5's. Las herramientas *lean*, persiguen la eliminación de las actividades que no agregan valor al producto; entonces, con la identificación y reducción —en el mejor de los casos, eliminación— de los desperdicios y despilfarros, se logrará una reactivación eficiente y resiliente de las MiPyME's en la llamada Nueva Normalidad en la época post COVID-19

BIBLIOGRAFÍA

- [1] INEGI, "El INEGI presenta el Segundo conjunto de resultados del estudio sobre la Demografía de los Negocios 2020," Ciudad de México, Mar. 2021. [Online]. Available: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>
- [2] A. Martínez, "MIPYMES en México frente a la COVID-19 en 2020," *Economía Actual*, vol. 14, no. 3, pp. 5–8, Sep. 2021.
- [3] T. Ohno, *El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala*. Routledge, 2018.
- [4] S. Ram Kumar, V. Nimesh Nathan, S. I. Mohammed Ashique, V. Rajkumar, and P. Arun Karthick, "Productivity enhancement and cycle time reduction in toyota production system through jishuken activity – Case study," *Materials Today*:



Año 2021 | No. I Congreso Interdisciplinario de Ingenierías ISSN: 2395-9649

- Proceedings*, vol. 37, pp. 964–966, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.0.181>.
- [5] T. ‘Susie’ Leming-Lee, S. Polancich, and B. Pilon, “The Application of the Toyota Production System LEAN 5S Methodology in the Operating Room Setting,” *Nursing Clinics of North America*, vol. 54, no. 1, pp. 53–79, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cnur.2018.10.008>.
- [6] R. Balamurugan, R. Kirubagharan, and C. Ramesh, “Implementation of lean tools and techniques in a connecting rod manufacturing industry,” *Materials Today: Proceedings*, vol. 33, pp. 3108–3113, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.0.3702>.
- [7] N. E. Caicedo Solano, G. A. García Llinás, J. R. Montoya-Torres, and L. E. Ramirez Polo, “A planning model of crop maintenance operations inspired in lean manufacturing,” *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 179, p. 105852, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105852>.
- [8] G. Tortorella, J. Cómbita-Niño, J. Monsalvo-Buelvas, L. Vidal-Pacheco, and Z. Herrera-Fontalvo, “Design of a methodology to incorporate Lean Manufacturing tools in risk management, to reduce work accidents at service companies,” *Procedia Computer Science*, vol. 177, pp. 276–283, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.10.038>.
- [9] C. Hemalatha, K. Sankaranarayanan, and N. Durairaj, “Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control,” *Materials Today: Proceedings*, vol. 46, pp. 10334–10338, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.473>.
- [10] P. Guleria, A. Pathania, S. Sharma, and J. C. Sá, “Lean six-sigma implementation in an automobile axle manufacturing industry: A case study,” *Materials Today: Proceedings*, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.177>.
- [11] F. Madariaga, *Lean Manufacturing: exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*, 1st ed. Francisco Madariaga Neto, 2019.



Aplicación móvil para la enseñanza de las matemáticas en estudiantes de educación básica

Esteban de Jesús Zavaleta Sanchez ¹, Miguel Angel Torres Medel ², José Antonio Hiram Vázquez López ³, Pedro Arguijo ⁴, Roberto Angel Melendez-Armenta ⁵

212t0026@itsm.edu.mx
212t0025@itsm.edu.mx
jahvazquezl@itsm.edu.mx
pedroarguijo16@gmail.com
ramelendeza@itsm.edu.mx

Contacto:
ramelendeza@itsm.edu.mx
235-107-6804

Área Temática: **Inteligencia Artificial**

¹Esteban de Jesús Zavaleta Sánchez, Ingeniero en Sistemas Computacionales, Maestría en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

²Miguel Angel Torres Medel, Ingeniero en Sistemas Computacionales, Maestría en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

³José Antonio Hiram Vázquez López, Maestro en Sistemas Computacionales, Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

⁴Pedro Arguijo, Doctor en Ciencias, Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

⁵Roberto Angel Melendez-Armenta, Doctor en Ciencias de la Computación, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

RESUMEN: Hoy en día hay factores que pueden intervenir dentro del aprendizaje de un individuo y la existencia misma de diversos distractores causa una baja dentro del desempeño de la capacidad del propio estudiante para recurrir a su capacidad cognitiva que le ayude a la comprensión y análisis de problemas. Para esto es que es necesario establecer el uso de nuevas tecnologías para ayudar en la impartición de conocimiento dentro de un

ambiente agradable para los nuevos estudiantes. Para esto se ha planteado el desarrollo de un juego de comprensión lectora/matemática que le permita al alumno fomentar la capacidad de aprender de una manera más didáctica y llamativa que lo formen para presentar este nuevo conocimiento que ha logrado adquirir y a la vez fortalecer para evitar la pérdida de este.

La secuencia del conocimiento impartido deja la oportunidad de aprender y



retroalimentar al estudiante, para también convertir lo que sutilmente se le considera un distractor en una herramienta de aprendizaje seguro [1]. Mediante el uso de entornos de desarrollo para aplicaciones móviles, fué posible realizar una aplicación, cuyo propósito es determinar si el alumno es capaz de responder con certeza o presenta dificultades ante una problema de comprensión lectora matemática, sin embargo, nunca se le niega la oportunidad de volver a intentarlo e incluso se le brinda ayuda adicional para reforzar el conocimiento.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje, aplicaciones móviles, educación, evaluación, matemáticas.

ABSTRACT: *Nowadays there are factors that can intervene in the learning of an individual and the very existence of various distractors causes a decrease in the performance of the student's own ability to use their cognitive capacity to help them understand and analyze problems. For this it is necessary to establish the use of new technologies to help in the impartation of knowledge within a pleasant environment for new students. For this, a reading / mathematical comprehension game has been proposed that allows the student to promote the ability to learn in a more didactic and striking way that they are trained to present this new knowledge that they have managed to acquire and at the same time strengthen to avoid the loss of this. The sequence of*

knowledge imparted leaves the opportunity to learn and give feedback

to the student, as well as converting what is subtly considered a distraction into a safe learning tool [1]. Through the use of development environments for mobile applications, it was possible to make an application, the purpose of which is to determine if the student is able to answer with certainty or has difficulties in the face of a mathematical reading comprehension problem, however, the opportunity is never denied. try again and even give you additional help to reinforce your knowledge.

KEYWORDS: *learning, mobile apps, education, assessment, math.*

INTRODUCCIÓN

En las escuelas primarias los estudiantes deben desarrollar ciertas habilidades que son de suma importancia, en este caso, la comprensión lectora es una de ellas, ya que al saber qué es lo que están leyendo, los estudiantes podrán realizar de manera adecuada lo que se les está indicando. Para hacer esto se puede aplicar un método diferente a los tradicionales, que es el uso de aplicaciones móviles en las escuelas. Los problemas matemáticos son una buena herramienta para que los estudiantes puedan desarrollar la comprensión lectora [1,5], además de aumentar su capacidad en esta materia.

A medida que pasa el tiempo en las aulas



aún no se logra trabajar con herramientas tecnológicas por diversos motivos, tanto los docentes como los alumnos tienen la necesidad de adentrarse en el mundo de la tecnología para poder ayudar al desarrollo de habilidades, y con esto también llamar más la atención del alumno, para que su aprendizaje sea más interactivo al usar un dispositivo y este quiera seguir aprendiendo más.

La aplicación se enfoca a niños de sexto grado de primaria, que consta de ejercicios seleccionados de libros educativos de la SEP; las preguntas para la evaluación son de temas variados para que así el alumno pueda aprender y poder evaluar cómo está su conocimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

En esta sección del artículo se analizaron los materiales y métodos que se utilizaron para el desarrollo de la aplicación móvil:

Selección del grupo objetivo

Dado que existe una amplia selección y temas que se abarcan dependiendo del nivel tanto como del subgrado académico, es por ello, que se debe establecer un panorama de aquello en los que debe influir dicho trabajo. Por lo cual se ha seleccionado el nivel sexto de primaria; dado que, hasta este punto, el estudiante logra comprender las funciones aritméticas sin necesidad de especificarle el funcionamiento de las mismas, así como también ya cuenta con una cantidad considerable de conocimiento general de acuerdo a los estándares de la educación básica. Además en este grado de primaria los alumnos logran mejores procesos cognitivos, que están relacionados con los problemas

matemáticos.

Entendimiento de retroalimentación del conocimiento

El conocimiento existe dentro de tres maneras diferentes, el primero es aquel conocimiento previo que sirve como parte fundamental ya que este se encuentra susceptible para ser retomado cada vez que sea necesario, lamentablemente este sufre una constante pérdida cuando la persona no logra volver a considerarlo dentro de un lapso considerable de tiempo. El conocimiento actual es todo lo que reside en el presente, toda respuesta o análisis debe ser expresado en un momento para ser presentado y captado por otra entidad. Y por último el conocimiento por ver o desconocido, es aquel que quizás no tenga una forma clara de verse o expresarse, sin embargo, puede estar asociado a cierto conocimiento previo que definan su composición y a su vez se convierte en nuevo conocimiento por determinar [6].

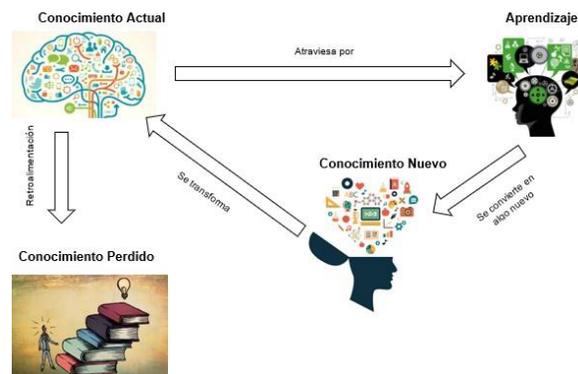


Figura 1 Diagrama de Conocimiento. Fuente: Elaboración propia.

Obtención de los datos



Para comprender la información necesaria para llegar al público objetivo, es por ello que se verificó material de acceso gratuito proporcionado por la entidad de educación pública del país. Con tal de analizar el plan de trabajo y ayuda para impartir este conocimiento hacia el objetivo [2,3].

Dado que existen una amplia variedad de conocimiento a impartir por el momento se centrará en todo aquello relacionado al aspecto matemático, para esto se obtuvo acceso al material visual de aprendizaje correspondiente [4].

Metodología

Una vez que se obtuvo la información necesaria se requiere establecer el proceso a seguir para la función de la aplicación por ello, se ha decidido por la creación de una aplicación móvil en la cual se ha establecido una base de datos donde se han concentrado los elementos extraídos de los libros de texto gratuito y con ello solamente queda poner a prueba la aplicación para darle al alumno una nueva herramienta de entretenimiento que a su vez nos permitirá determinar su entendimiento[7,8].

Mecánicas

Para esta aplicación será necesario establecer una sucesión y complejidad tipo escalonada, esto quiere decir que al inicio la dificultad será de un nivel fácil, pero conforme el usuario vaya avanzando, la dificultad irá aumentando con el progreso. Esto se hace con el fin de que aquellos que ya hayan pasado varias veces o sean nuevos, se percaten de que siempre puede haber una nueva adversidad a la cual puedan hacerle frente y no les resulte algo repetitivo.

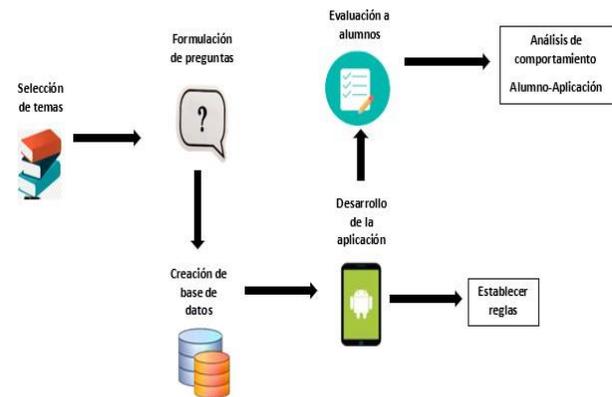


Figura 2 Metodología propuesta en el desarrollo de la aplicación. Fuente: Elaboración propia.

Selección de temas y opciones

Dado que se pueden tratar de X temas y Y soluciones. Esta aplicación debe contar con una limitada cantidad de temas a presentar pero que se reinvente nuevamente con otros nuevos temas de manera aleatoria para darle un poco más de diversidad a la información de la aplicación, de igual manera esto puede ayudar a la manera en que las soluciones o respuestas pueden presentarse ya que si estás siempre presentan un comportamiento lineal, el usuario únicamente sabría dónde está la opción correcta en todo momento haciendo de esto una actividad sencilla y repetitiva.

Ayudas

Se ha decidido implementar unas opciones de ayuda, esto con la finalidad de proporcionar un poco de beneficio al usuario y se sienta menos presionado si se le presenta una pregunta fuera de conocimiento o de una dificultad superior. Por esto es que se pensó en el conocido comodín 50:50 utilizado en múltiples shows de concursos de los



programas televisivos del horario familiar, el cual consiste en eliminar el resto de las posibles respuestas y dejar únicamente una opción correcta y una incorrecta dejando al usuario con la misma posibilidad que si arroja una moneda. Y por último se ha pensado en un botón de ayuda el cuál brinda un texto de ayuda el cuál no le proporciona la respuesta directa al usuario, sino que este le permitirá darle información respecto a cómo se podría resolver el problema.

RESULTADOS

Cuando se pasó por la parte de codificación, primero se establece una pantalla principal en la cual se pueda informar una serie de instrucciones donde, el usuario sea capaz de comprender las mecánicas del juego.



Figura 3 Pantalla de Instrucciones de la aplicación

Lo siguiente fue la selección de categorías. Aquí no importa si se tienen más de diez categorías dentro de la BD, pues únicamente se seleccionarán aleatoriamente entre 10



Figura 4 Pantalla de Categorías.

Cuando una categoría es seleccionada, pasa a la parte de la cuestionante donde el usuario debe analizar la incógnita presentada y contestar con algunas de las opciones presentadas; también puede apoyarse de dos ayudas disponibles, que son el comodín 50:50 y un ligero texto que no le da la respuesta pero si una información base que puede ayudarlo a resolverlo.

Para que la aplicación se dé por finalizada la persona debe fallar una pregunta o responder correctamente a todas las categorías presentadas. Donde aparecerá una pantalla con un mensaje de felicitaciones o invitándolo a volver a intentarlo nuevamente.

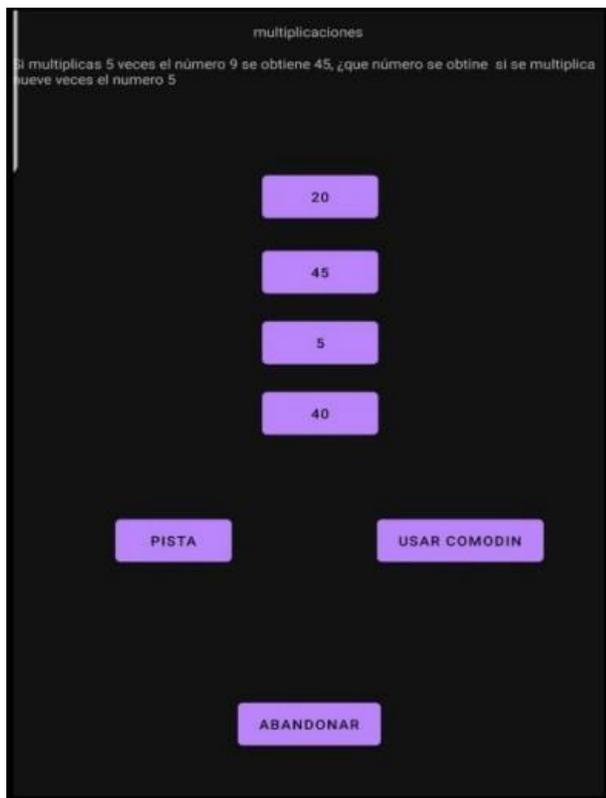


Figura 5 Pantalla de Cuestionante.



Figura 6 Pantalla Final.

CONCLUSIONES

Para su primera versión la aplicación muestra ser estable en todo momento y cumple con las especificaciones de inicio y con ambas alternativas para darle un final correcto. Un elemento que fué agregado de último momento fué la implementación de audio para hacer un poco más agradable la experiencia del usuario. También es importante que la obtención de la información para obtener la base de datos, requiere ser ampliada para darle mayor diversidad a lo que se puede mostrar dentro de la aplicación.

Por otro lado, se espera mejorar elementos visuales para hacer más llamativa la aplicación y no tenga un entorno tan minimalista que no puede ser del agrado del público objetivo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] **Vásquez Suárez, N. V., *Influencia de distractores externos y su incidencia en la presentación y evaluación de tareas escolares de los estudiantes de quinto año de educación general básica de la escuela fiscal mixta "José Gabriel Navarro", parroquia sangolquí, cantón rumiñahui, provincia de pichincha, 2015.***
- [2] **SEP. *Plan y programas de estudio, orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación, 2021.***
- [3] **SEP. *Guía de Estudio Educación Primaria, 2021.***
- [4] **SEP. *Desafíos Matemáticos 6° de primaria, 2021.***
- [5] **Gonzalez, M. F. V. (2017, 22**



enero). Mediación de las tecnologías de la información en la comprensión lectora para la resolución de problemas aritméticos de enunciado verbal. REDICUC. Recuperado 20 de octubre de 2021, de

<https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/2225>

[6] García, W. E. V., & Rodríguez, L. M. V. (2015). Software educativo para lograr aprendizajes significativos en el área de matemática.

[7] Sucilla, A. V. A., & Velázquez, J. L. C. (2018). Implementación de Kahoot! como herramienta de gamificación para incrementar el aprendizaje.

[8] Rivero, C., Soria, E., & Turpo, O. (2018). Aprendizaje móvil en matemáticas. Estudio sobre el uso del aplicativo oráculo matemático en educación primaria.



Comparación de parámetros físico-químicos en suelo aplicando tres diferentes tratamientos (nopal, sábila, lluvia solida) como coadyuvantes de humedad en *Coriandrum sativum*

Falla Ortega, Christopher¹, Martínez-Reséndiz² Juárez-Santillán, Luis Felipe³, Nani González, Graciela Elizabeth⁴, Extocapan Molina, Jocabel⁵

Autor¹ Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora

Autor² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Autor³ Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora

Autor⁴ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Autor⁵ Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora

Contacto:

georgina.martinez.tecm@gmail.com.

7711300937

Área temática: **Sustentabilidad**

¹TSU en Agrobiotecnología, Agrobiotecnología área vegetal, Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora.

²Dra. en Ciencias Ambientales, Laboratorio de Humedales y sustentabilidad ambiental., Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

³Dr. en Química, Agrobiotecnología área vegetal, Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora.

⁴Mtra. en Ingeniería Industrial, Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

⁵Maestro en Ciencias del Ambiente, Agrobiotecnología área vegetal, Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora.

RESUMEN: El problema de la escasez de agua en la agricultura ha incrementado; la búsqueda de tratamientos y productos que actúen como retenedores de la humedad en el suelo ha sido poco investigado. Una de las alternativas encontradas en las últimas décadas es el uso de lluvia sólida. Sin embargo, no se ha investigado a fondo que repercusiones acarrea la aplicación de esta alternativa. Es por ello que en esta

investigación se comparan distintos tratamientos coadyuvantes de la retención de humedad elaborados con sábila, nopal y lluvia sólida, para así identificar los cambios fisicoquímicos que estos puedan ocasionar en el suelo. Para extraer el mucilago del nopal y la sábila, se cortó el material vegetal en trozos pequeños y se licuó, se agregó al sustrato (suelo), de forma individual, mezclado entre si o con



lluvia sólida. Los resultados obtenidos demostraron que los tratamientos con lluvia sólida causaron un gran aumento en la conductividad eléctrica en el suelo, lo que representa un alto nivel de salinidad en este, por otro lado, se determinó que el tratamiento a base de nopal no tuvo este efecto en el suelo por lo que la aplicación del nopal puede ser una alternativa de la lluvia sólida.

PALABRAS CLAVE: *acidez, conductividad eléctrica, Coriandrum sativum, humedad, lluvia sólida, salinidad, suelo.*

ABSTRACT: *The problem of lack of water in agriculture has increased; the search for treatments and products that play the role of moisture retainers in the soil has been minimally investigated. One of the alternatives found in recent decades is the use of solid rain. However, the repercussions of applying this alternative have not been thoroughly investigated. For this reason, this research compares different adjuvant treatments for moisture retention made with aloe vera, nopal and solid rain, to identify the physicochemical changes that these may cause in the soil. To extract the mucilage from the cactus and aloe, it was cut into small pieces and liquefied, added to the substrate (soil), individually, mixed with each other or with solid rain. The results obtained showed that the treatments with solid rain caused a large increase in the electrical conductivity in the soil, which represents a high level of salinity in the soil, on the other hand, it was determined that the treatment based on nopal did not have this effect. On the ground so the application of nopal can be an alternative to solid rain.*

KEYWORDS: *acidity, electrical conductivity, Coriandrum sativum, moisture, solid rain, salinity, soil.*

INTRODUCCIÓN

En México existen zonas con marcadas diferencias entre la disponibilidad de agua y de tierras aptas para desarrollar agricultura intensiva y extensiva. En nuestro país la superficie bajo riego es del orden de los 6.5 millones de ha, distribuida en 85 distritos de riego con una superficie de 3.5 millones de ha y 39,492 unidades de riego con una superficie aproximada de 3.0 millones de ha [1].

Sin embargo, según el MINAGRI [2] señala que la eficiencia del riego no supera el 40%, repercutiendo en bajos rendimientos y pocos ingresos a los agricultores. Se han encontrado soluciones para esta problemática, como por ejemplo la aplicación de “lluvia sólida”.

El Poliacrilato de potasio llamado “lluvia sólida”, es un polímero biodegradable en polvo, no tóxico, capaz de almacenar 500 veces su peso en agua, un invento del Ing. Mexicano Sergio Rico Velasco, y cuyo uso se está difundiendo en muchos países latinoamericanos que sufren escasez de agua.

Sin embargo, no se ha investigado a fondo sobre los efectos que podría tener el uso de este compuesto sobre el suelo. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue analizar las variables fisicoquímicas del suelo tras aplicar sábila, nopal y lluvia sólida como coadyuvantes de la retención de humedad en cultivo de *Coriandrum sativum* en la comunidad de Santa Rosa, Gutiérrez Zamora, Veracruz.



MATERIAL Y MÉTODOS

Metodología

Para desarrollar el experimento se llevó a cabo lo siguiente:

El mucilago del nopal y la sábila se obtuvieron de manera artesanal, limpiando cada una de las piezas, posteriormente se cortó en trozos pequeños con ayuda de un cuchillo previamente desinfectadas (figura 1), estos trozos, fueron molidos con ayuda de una licuadora. A un total de 48 macetas (10 L) se les agregó suelo hasta la mitad de su capacidad. Las macetas estuvieron conformadas de la siguiente manera: testigo (solo suelo), mucilago de nopal (N), mucilago de sábila (S), lluvia sólida (LS), lluvia solida + Nopal, lluvia sólida + sábila, sábila + nopal, lluvia solida + Sábila + Nopal con 6 repeticiones cada experimento. La cantidad empleada de mucilago de sábila, nopal y lluvia solida fueron 300 g, 300 g y 5 g (figura 2), respectivamente.

Imagen 1. Proceso de limpieza de la sábila



A cada maceta se le agregaron 4 g de semillas de cilantro y finalmente se regaron con aproximadamente 300 mL de agua. Los tratamientos fueron regados cada 3 días.

Los parámetros que se evaluaron durante el experimento fueron: pH, potencial redox, conductividad eléctrica, así como altura de la planta, número de hojas y tamaño de raíz.

Imagen 2. Preparación de los experimentos



pH: se pesaron 10 g suelo seco (previamente tamizado a ≤ 2 mm) a un vaso de precipitado se le agregaron 20 cm³ de agua destilada. Se agitó durante 1 minuto con una varilla de vidrio. Se dejó reposar la suspensión por 30 minutos. Se midió el pH con un pH-metro debidamente calibrado (con soluciones buffer de 4.0 y 7.0) [3].

Potencial redox y Conductividad eléctrica: fue medido en la solución anterior de suelo con un conductímetro.

Altura de la planta y tamaño de raíz: se midió periódicamente con una regla.

Número de hojas: fueron contadas una a una periódicamente a simple vista.

Los parámetros fueron evaluados cada 15 días.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de comparación de medios (DMS) para conocer las diferencias entre los tratamientos. El análisis se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS (por sus siglas en inglés, Software Products Statistic System) versión 17.0 para Windows.

RESULTADOS

El crecimiento vigoroso de las plantas depende de la disponibilidad de nutrientes del suelo en el que se desarrolla, así mismo como de la disponibilidad de agua presente en este. En la tabla 1 (ANEXOS) se puede distinguir los parámetros evaluados directamente en la planta. Todos parámetros mostraron una diferencia significativa ($p < 0.05$) al final del experimento con respecto a los valores iniciales.

De la misma manera en la Tabla 1 se puede observar que el tratamiento LS-S, presentó el mayor número de raíces (18.16 ± 8.51) y número de hojas (28.66 ± 2.16), diferente significativamente ($p < 0.05$) con respecto al resto de los tratamientos. El número promedio de raíces más grande al final del estudio lo presentó el tratamiento LS-S, mostrando diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos. El tamaño de raíz más pequeño al final del experimento se presentó en el tratamiento S-N.

Algo singular que se observó en este estudio, es que el tratamiento LS-S, tiene un número mayor de hojas en un tallo más pequeño que en el resto de los tratamientos. Siendo el cilantro una planta aromática que acompaña la gastronomía de México, esta peculiaridad sea de beneficio, ya que las hojas es la principal parte de la planta que se emplea.

Los tratamientos LS y LS-S-N, fueron los tratamientos que tuvieron la mayor disminución de pH durante el estudio de 7.93 ± 0.01 a 6.86 ± 0.05 y 7.93 ± 0.01 a 6.72 ± 0.03 respectivamente, presentado diferencia significativa entre la muestra inicial y las muestras obtenidas después de 90 días.

Tabla 1. pH promedio en suelo con diferentes tratamientos en el suelo, en el cultivo de *Coriandrum sativum*.

Tratamiento	M ₁	M ₂	M ₃
	pH		
T	7.93 ± 0.01	7.21 ± 0.02	7.00 ± 0.14
S	7.93 ± 0.01	7.39 ± 0.01	7.30 ± 0.02
N	7.93 ± 0.01	7.40 ± 0.01	7.06 ± 0.05
LS	7.93 ± 0.01	7.46 ± 0.01	6.86 ± 0.05
LS-S	7.93 ± 0.01	7.48 ± 0.01	7.58 ± 0.02
LS-N	7.93 ± 0.01	7.33 ± 0.02	7.87 ± 0.04
S-N	7.93 ± 0.01	7.29 ± 0.01	6.72 ± 0.03
LS-S-N	7.93 ± 0.01	7.36 ± 0.01	7.65 ± 0.05

M₁: muestreo inicial, M₂: segundo muestreo, M₃: tercer muestreo T: testigo, Sábila, LS: lluvia sólida, N: nopal

Pudiera suponerse que la lluvia sólida es un aliciente para la disminución de pH. En los tratamientos LS-S y LS-N, a lo largo del estudio se mantiene con una diferencia significativa pero no desciende este parámetro por debajo de pH 7, quiere decir que el uso del mucilago de nopal y de sábila empleados por separado amortigua el descenso del pH en el suelo (tabla 2).

Se conoce que el pH en suelos agrícolas es de importancia, ya que de este depende en gran parte de que la planta absorba nutrientes correctamente durante su desarrollo. De acuerdo a Prasad y Powel, así como Ibarra et al. [4,5] 6.5 y 7.0 son el pH óptimo para obtener los mejores rendimientos y la mayor productividad, ya que se trata del rango donde los nutrientes son más fácilmente asimilables.

En este trabajo, el pH que se obtuvo oscila en esos rangos, sin embargo, sería de interés prolongar el estudio para conocer si a más tiempo, este parámetro disminuye fuera del

rango óptimo. Si fuera el caso y el suelo se fuera acidificando paulatinamente el suelo presentará dificultada para retener presentan problemas de macroelementos como el calcio, magnesio y fósforo, siendo estos necesarios para el desarrollo del cultivo.

La salinidad disminuye el crecimiento de los cultivos, en la tabla 1, podemos corroborar que en tratamiento de LS el número de raíces, hojas y tamaño de tallo obtuvieron el promedio más bajo, eso quiere decir que la LS promueve la salinidad y como consecuencia un crecimiento menos prominente.

La conductividad eléctrica (CE) también se utiliza ampliamente para caracterizar varias propiedades del suelo, como la capacidad de intercambio catiónico, la salinidad, la concentración de nutrientes, la humedad residual y la textura del suelo [6].

Según muestran los resultados de CE (tabla 3) de M_1 a M_2 , se presenta un aumento significativo ($p < 0.05$) en todos los tratamientos y de M_2 a M_3 , también se presenta un aumento estadísticamente diferente ($p < 0.05$) excepto en el tratamiento LS-S-N, en este disminuye significativamente, esta mezcla amortigua el aumento de salinidad en el suelo del cultivo.

Aquellos tratamientos que están constituidos por lluvia sólida (LS), presentaron el valor promedio más alto al final del experimento. A mayor CE, se indica la presencia de salinidad en el suelo. Las mediciones de redox crean datos importantes para el análisis de suelos húmedos (como en este estudio, ya que la función de lluvia sólida es guardar humedad) y de la misma manera las condiciones redox son de importancia básica para la agricultura [7].

Tabla 2. Valores medios de la conductividad del suelo en los diferentes experimentos, en los diferentes muestreos en el cultivo de *Coriandrum sativum*.

Tratamiento	M_1	M_2	M_3
	Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)		
T	350.00 \pm 1.41	610.00 \pm 1.41	748.00 \pm 1.41
S	350.00 \pm 1.41	682.00 \pm 1.41	1396.00 \pm 1.41
N	350.00 \pm 1.41	513.00 \pm 1.41	843.00 \pm 1.41
LS	350.00 \pm 1.41	954.00 \pm 1.41	1426.00 \pm 1.41
LS-S	350.00 \pm 1.41	2233.00 \pm 1.41	2421.00 \pm 1.41
LS-N	350.00 \pm 1.41	1642.00 \pm 1.41	1385.00 \pm 1.41
S-N	350.00 \pm 1.41	1847.00 \pm 1.41	1105.00 \pm 0.00
LS-S-N	350.00 \pm 1.41	2902.00 \pm 1.41	2139.00 \pm 1.41

Tabla 3. Valores promedio de potencial redox en el suelo del cultivo de *Coriandrum sativum*.

Tratamiento	M_1	M_2	M_3
	Potencial redox (V)		
T	-22.40 \pm 0.14	27.00 \pm 1.41	36.50 \pm 0.14
S	-22.40 \pm 0.14	16.30 \pm 0.14	10.80 \pm 0.14
N	-22.40 \pm 0.14	16.30 \pm 0.14	25.50 \pm 0.14
LS	-22.40 \pm 0.14	3.10 \pm 0.14	40.80 \pm 0.14
LS-S	-22.40 \pm 0.14	17.70 \pm 0.14	-5.00 \pm 0.14
LS-N	-22.40 \pm 0.14	8.50 \pm 0.14	-16.80 \pm 0.14
S-N	-22.40 \pm 0.14	25.90 \pm 0.14	51.70 \pm 0.14
LS-S-N	-22.40 \pm 0.14	12.20 \pm 0.14	6.20 \pm 0.14

Al igual que el pH, el potencial redox tiene relación con la capacidad de disponibilidad de elementos en el suelo, y volvemos a destacar que esta disponibilidad es aún de más importancia en suelo agrícolas. En la tabla 4, podemos observar que la muestra inicial (M_1),



presenta valores negativos, esto significa que hay sistemas más reductores que el hidrógeno, en el M₂ y M₃ se pueden observar valores positivos y que, además en algunos casos presentan una diferencia significativa ya que van en aumento, esto quiere decir que hay sistemas más oxidantes que el hidrógeno. La saturación en agua tiende a provocar un ambiente reductor y esto se puede observar en los tratamientos LS-S, LS-N, esto quiere decir que en estos se está reteniendo humedad, no así en T, N y también en el tratamiento S, pero en mayor cantidad.

CONCLUSIONES

El empleo de lluvia sólida promueve el aumento de la conductividad eléctrica y por ende la salinidad del suelo por lo que el uso continuo y prolongado de este producto podría ocasionar que las plantas tengan una descompensación nutricional debido a la salinidad. Por otra parte, el uso de nopal en el suelo puede ayudar a la retención de agua y no presenta este problema, pues mantuvo relativamente estable esta variable por lo que puede ser una alternativa al uso de la lluvia sólida.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Instituto Mexicano del Agua L.C. Pedro en: folletoR <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Riego-por-gravedad.pdf> RiegoGravedad.indd (agua.org.mx). 2010
- [2] Dirección General en Infraestructura Agraria y Riego. "Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego" en: https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf. 2015
- [3]. N.W. Osorio. "pH del suelo y disponibilidad de nutrientes". Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal. 1, 4. 2012
- [4] Prasad, R. and Power, J. F. "Soil fertility management for sustainable agriculture". Lewis Publishers. Boca Raton. New York. 356p. 1997.
- [5] C. D., Ibarra, C. J. A. Ruiz, González, D. R., Eguiarte, J.G.G Flores, & G.P., Díaz. "Distribución espacial del pH de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco, México". Agricultura técnica en México, 35(3), 267-276. 2009. Recuperado en 25 de octubre de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000300003&lng=es&tlng=es.
- [6] F.B. Tano, Y. B. Casimir, Y.C. Elliott R.E. Dossou-Yovo, K. Saito, K. Futakuchi, S.C.M. Wopereis, O. Husson. "Spatial and Temporal Variability of Soil Redox Potential, pH and Electrical Conductivity across a Toposequence in the Savanna of West Africa". Agronomy, 10, 1787; doi:10.3390/agronomy10111787

[7] S. Fiedler, M. Vepraskas, & Richardson, J: J. L. "Soil Redox Potential: Importance, Field Measurements, and Observations". *Advances in Agronomy*, 1-54 2007. doi:10.1016/s0065-2113(06)94001-2.

**ANEXOS.****Tabla 4. Parámetros evaluados en el cultivo de *Coriandrum sativum*.**

Tratamiento	Número de raíces		Tamaño de raíz (cm)		Número de hojas		Tamaño de tallo (cm)	
	M _i	M _f	M _i	M _f	M _i	M _f	M _i	M _f
T	2.33±1.96	14.00±2.82	1.26±0.37	7.61±1.71	3.16±0.40	25.33±3.01	1.98±0.57	13.66±1.36
S	2.33±1.21	14.16±4.79	2.20±1.13	8.53±1.70	2.83±0.75	24.83±4.99	2.50±0.54	14.33±2.33
N	2.16±0.98	14.16±3.76	2.40±0.91	12.63±2.60	3.16±0.40	24.16±4.53	2.33±1.08	12.66±2.16
LS	4.83±2.31	9.66±2.58	2.06±1.46	12.21±1.38	3.33±0.51	22.83±8.20	1.70±0.50	11.83±1.47
LS-S	4.33±1.03	18.16±8.51	4.61±1.87	9.86±0.69	4.66±0.81	28.66±2.16	3.75±1.33	9.83±1.47
LS-N	3.60±1.34	12.66±2.25	3.75±0.75	10.00±3.40	3.83±0.75	26.83±9.82	5.66±1.33	12.00±1.54
S-N	2.00±1.09	13.83±2.40	4.83±0.98	7.83±2.78	3.00±0.63	26.33±1.86	5.66±2.06	14.83±1.83
LS-S-N	2.00±1.26	12.00±2.60	3.66±0.81	8.83±1.72	3.16±0.98	26.00±4.09	6.33±1.75	11.66±1.63

M_i: muestreo inicial, M_f: muestreo final, T: testigo, Sábila, LS: lluvia sólida, N: nopal



Reducción de los Costos asociados a los Embarques de Producto No-Conforme bajo la ISO 9001:2015

Montiel-Rosales, Aarón¹; Montalvo-Romero, Nayeli²; Ramos-Plata, Ivan³;
González-Panzo, Barsimeo⁴; Hernández-Osorio, Nadia Yazmín⁵

¹ ar.chimedes@hotmail.com

² nayelimontalvor@gmail.com

³ lrs15110162@purisima.tecnm.mx

⁴ bgonzalez@cdserdan.tecnm.mx

⁵ nhernandez@cdserdan.tecnm.mx

Contacto:

ar.chimedes@hotmail.com

476 150 9324

Área temática: **Negocios**

¹ Maestro en Ingeniería Industrial, División de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle No. 2301, C.P. 36413, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Guanajuato-México.

² Maestra en Ingeniería Industrial, División de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle No. 2301, C.P. 36413, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Guanajuato-México.

³ Alumno de Ingeniería Industrial, División de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle No. 2301, C.P. 36413, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Guanajuato-México.

⁴ Doctorante en Alta Dirección, División de Ingeniería en Gestión Empresarial, Tecnológico Nacional de México / ITS de Ciudad Sedán, Av. Instituto Tecnológico S/N Junta Auxiliar, C.P. 75520, La Gloria, Ciudad Serdán, Puebla-México.

⁵ Doctorante en Alta Dirección, Dirección de Vinculación, Tecnológico Nacional de México / ITS de Ciudad Sedán, Av. Instituto Tecnológico S/N Junta Auxiliar, C.P. 75520, La Gloria, Ciudad Serdán, Puebla-México.

RESUMEN: *La satisfacción en la calidad del producto y/o servicio que se percibe por parte del cliente, se mide por el grado de cumplimiento entre las especificaciones del proceso productivo y las necesidades del cliente —esto es, la relación entre la voz del cliente y la voz del proceso—. Sin embargo, es común encontrar en las empresas diversos fenómenos que ocasionan devoluciones, e.g., un inadecuado*

maquinado, un barreno fuera de especificación; entonces, el cumplimiento de los requisitos por parte del proveedor es crucial dentro de la cadena de valor. En tal sentido, es deseable que se le entregue al cliente lo que requisito. El presente estudio aborda la reducción de los costos asociados al no cumplimiento del producto que se le entrega al cliente. El estudio se implementa en una empresa proveedora de



bondeado para el sector cuero-calzado, en el estudio se consideran los requisitos de la ISO 9001:2015 como el modelo que permite cumplir con lo que el cliente solicita, y con ello impedir que el producto No-Conforme salga de la planta al cliente. Los resultados del estudio muestran que la implementación del enfoque propuesto basado en una norma internacional permite la reducción de las quejas en un 10%.

PALABRAS CLAVE: Cadena de Valor, Devolución, Embarque, ISO 9001:2015, No-Conformidad, Reducción de Costo.

ABSTRACT: *The satisfaction in the quality of the product and/or service that is perceived by the client, is measured by the degree of compliance between the specifications of the production process and the needs of the client —that is, the relationship between the voice of the customer and the voice of the process—. However, it is common to find in companies various phenomena that cause returns, e.g., inadequate machining, a hole out of specification; then, compliance with the requirements by the supplier is crucial within the value chain. In this sense, it is desirable that the client be given what he requirements. This study addresses the reduction of costs associated with non-compliance with the product that is delivered to the customer. The study is implemented in a bonding supplier company for the leather-footwear sector, in the study the requirements of ISO 9001:2015 are considered as the model that allows to comply with what the client requests, and thus prevent the Non-Conforming product from leaving the plant to the client. The results of the study show that the implementation of the proposed approach based on an international standard allows the reduction of complaints by 10%.*

KEYWORDS: *Value Chain, Return, Shipping, ISO 9001:2015, Non-Conformity, Cost Reduction.*

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las empresas buscan crecer cada vez más en el mercado —no solo a nivel nacional si no también internacional—; llevando sus productos/servicios a todos los países del mundo. Para lograr esto, es necesario que dichas empresas cumplan con un gran número de normas y obligaciones, y así lograr comercializar los productos tanto en mercado nacional como internacional. En tal sentido, la calidad comienza dentro de la empresa en el nivel de la alta dirección y desciende hasta todas las partes interesadas relevantes de la empresa [1].

Los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) son herramientas que sirven para estructurar, controlar y mejorar las actividades habituales que se desarrollan en una organización o servicio [2]. Entre las normas más demandantes se ubica la Norma ISO 9001:2015, la cual, determina los requisitos para un SGC. Esta norma posee la característica de ser aplicable a cualquier empresa, de cualquier giro. La implementación del SGC bajo la ISO 9001:2015 tiene un impacto positivo significativo tanto en el desempeño operativo como en el desempeño comercial [3].

Ahora bien, mediante el SGC se desarrolla un método de trabajo, el cual, se enfoca en la filosofía de la mejora continua de las empresas, permitiendo a las organizaciones el desarrollo de la gestión de procesos, aplicando el ciclo P.H.V.A. (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) [2], [4]. De esta manera se logra evidenciar que el proceso y/o producto que se genera dentro de la empresa esta regido por la norma internacional, de tal manera que se logra la certificación. La certificación ISO 9000 se asocia a un mayor desempeño financiero de



las empresas adoptantes en comparación con el grupo de control que comprende las empresas no certificadas [5].

La ISO 9001, en particular, proporciona un estándar para mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos [6]. La ISO 9001:2015 ha permitido, *e.g.*, la implementación de un SGC en un centro de simulación avanzado [7], en un departamento de dermatología [2], certificar una unidad hospitalaria de urgencias pediátricas [8], el uso riguroso de las normas ISO 9001 permitió una disminución en las tasas de infección del sitio quirúrgico [4], se fortalece la organización del trabajo desde los Sistemas de Gestión del Mantenimiento basado en las normas ISO [9], es aplicado en la fabricación y comercialización del aceite de oliva [10],

El presente estudio se enfoca en atender las No-Conformidad (NC) bajo el cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015, resultado de una auditoría externa en el proceso de preformado, de una empresa de bondeado —proveedora de materia prima para el sector cuero-calzado—; la NC se generó mediante el no cumplimiento del proceso que se lleva a cabo, ya que no se tiene un control ni registro del Producto No-Conforme (PNC) que se genera, así mismo no se cuenta con un área designada para el PNC, lo que genera que ambos materiales se mezclen, y estén llegando hasta el cliente final; generando, con ello devoluciones por no cumplir con las especificaciones de dichos clientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolla en la empresa Grupo Industrial Gasaer S. de R.L. de C.V., empresa textil fabricante de materiales para el sector cuero-calzado.

El estudio se desarrolla en 4 etapas, siendo estas:

- Fase I. Análisis del proceso que se realiza en el departamento de

preformado, el cual, da comienzo en el área de corte y dividido, siendo aquí donde se recibe la materia prima, para después ser manipulada por los operadores del departamento.

- Fase II. En esta fase se atiende la problemática o inconformidad que se encontró en el departamento de preformado mediante el proceso de producción.
- Fase III. Esta etapa considera la elaboración del *layout* para la distribución del departamento bajo estudio y la designación de cada área correspondiente. Una vez realizada la distribución del departamento se deben designar lugares específicos para el PNC que es generado a través del proceso. Posteriormente, se elabora un documento de apoyo para dar a conocer a los operadores que hacer frente al PNC mediante el proceso de producción y como llevar a cabo el control de este material.

RESULTADOS

Como resultado de la auditoría externa por parte del Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A. C. (IMNC), se detectó en el proceso de preformado que distinto a lo solicitado a la norma, no en todos los casos se asegura que las salidas de material no conforme con los requisitos del cliente sean identificadas y controladas para provenir su uso o entrega no intencionada del producto al cliente.

Al no cumplir con la cláusula 8.7.1, la organización debe tomar las acciones adecuadas basándose en la naturaleza de la no conformidad y en su efecto sobre la conformidad de los productos y servicios. Esto se debe aplicar también a los productos y servicios no conformes detectados después de la entrega de los productos, durante o después de la provisión de los servicios. La organización



debe tratar las salidas no conformes de una o más de las siguientes maneras: a) corrección; b) separación, contención, devolución o suspensión de provisión de productos y servicios.

Fase I

En esta fase, se realizó un análisis del proceso del departamento de preformado para identificar y conocer las distintas áreas que conforman este departamento para ello se apoyó de los diferentes coordinadores de cada área recopilando la mayor información posible del proceso.

Para el desarrollo de esta etapa, principalmente se apoyó de un diagrama de flujo de este departamento PRE-PR-01 (ver Figura 1) para identificar el proceso y el flujo de las actividades que contribuyen a dicho proceso.

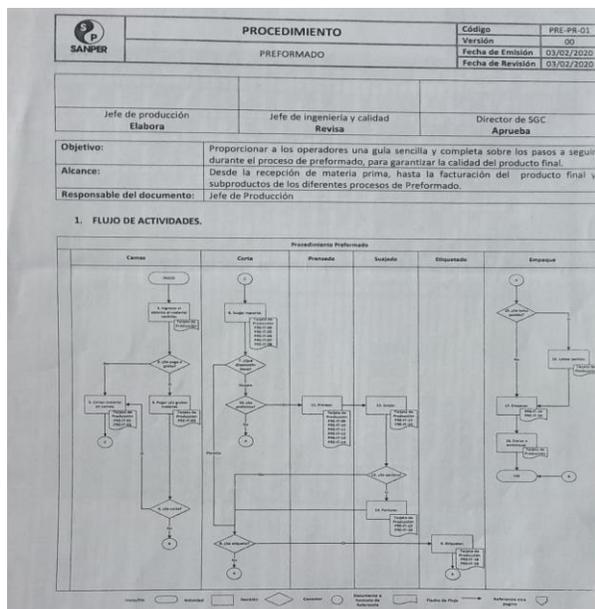


Figura 1. Diagrama de Flujo del Proceso de Preformado. Fuente: Elaboración propia.

Mediante el diagrama de flujo, se identificó el paso a paso que se realiza de una actividad a otra, desde corte que es donde comienza este

proceso, que decisiones tomar en cuestión de enfrentarse alguna anomalía en el material o maquinaria, hasta el área de loteado donde finaliza este proceso.

Fase II

En esta etapa se llevó a cabo el reporte de la acción correctiva la cual corresponde al control de salidas NC señalada en la cláusula 8.7.1 de la Norma ISO 9001:2015.

La organización debe asegurarse de que las salidas que no sean conformes con sus requisitos se identifican y se controlan para prevenir su uso o entrega no intencionada. La organización debe tomar las acciones adecuadas basándose en la naturaleza de la no conformidad y en su efecto sobre la conformidad de los productos y servicios. Esto se debe aplicar también a los productos y servicios no conformes detectados después de la entrega de los productos, durante o después de la provisión de los servicios. La organización debe tratar las salidas no conformes de una o más de las siguientes maneras: a) corrección; b) separación, contención, devolución o suspensión de provisión de productos y servicios; 17 c) información al cliente; d) obtención de autorización para su aceptación bajo concesión. Debe verificarse la conformidad con los requisitos cuando se corrigen las salidas no conformes. 8.7.2. La organización debe conservar la información documentada que: a) describa la no conformidad; b) describa las acciones tomadas; c) describa todas las concesiones obtenidas [11].

La organización debe asegurarse de que las salidas que no sean conformes con sus requisitos se identifican y se controlan para prevenir su uso o entrega no intencionada al cliente. Ahora bien, tomando las acciones adecuadas basándose en la naturaleza de la NC y en su efecto sobre la conformidad de los productos y servicios. La organización debe



tratar las salidas no conformes de una o más mediante la acción correctiva.

De esta manera se realizó el reporte de acción correctiva SGS-RE-14 (véase Figura 2 y Figura 3), el cual, adopta las medidas o mediciones para eliminar el problema, apoyándose en el análisis de causa detallando el problema buscando detectar las causas que lo originan logrando definir acciones para eliminar el problema identificado.

Definiendo así, las responsabilidades que serán otorgadas a cada una de las personas que se comprometerán a dar solución en la problemática.

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		Código	SGC-RE-14
Reporte Acción Correctiva		Fecha de Emisión	09/12/2019
		Fecha de Revisión	02/02/2021

Fecha	04/02/2021	# AC	51
<input type="checkbox"/> Pases	<input type="checkbox"/> Cliente	<input type="checkbox"/> Procesado	Preformado
<input checked="" type="checkbox"/> Autor	<input type="checkbox"/> Medición	<input type="checkbox"/> Responsable	David García Díaz

1.- DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD/INCUMPLIMIENTO

Durante la ejecución de auditoría de certificación se detectó en el proceso de preformado que distinto a lo solicitado por la norma ISO 9001:2015, no en todos los casos se asegura que las salidas que no sean conformes con sus requisitos se identifiquen y se controlan para prevenir su uso o entrega no intencionada, debido a que en la etapa de dividido se detectó producto fuera de especificación sin tomar acciones de separación o contención de este PNC. Así como también se identificó en el registro PRE-RE-02 de PNC 3 días sin datos de procesos y sin registro de PNC. También se detecta los espacios de defectos sin llenar en el registro de liberación de producto de preformado pero sí con la firma de liberación del mismo.

2.- VALIDACIÓN DE NC

¿Existe una NC similar o AC similar? SI NO

Mencione Cual: _____ Status: _____

¿Es necesario unificar? _____ ¿En cuál? _____

3.- INTEGRANTES DEL EQUIPO

Nombre	Firma	Nombre	Firma
1 Omar García Díaz		4 Ivan Ramos Plata/ Jesus Barragán	
2 David García		5 Rubén de la Rosa	
3 Tania Pérez		6 Paloma Isabel Cortés Serrano	

4.- ANÁLISIS DE CAUSANTES

1. Falta de llenado de formato de PNC

1.-¿Por qué?	Desconocimiento del correcto llenado de formato de PNC
2.-¿Por qué?	Inicialmente no se contaba con formato para registrar el producto no conforme en las diferentes etapas del proceso de preformado
3.-¿Por qué?	No existía un control o monitoreo de la cantidad de PNC generado a lo largo del proceso
4.-¿Por qué?	No se tenía definida una metodología para tratamiento del pnc generado por parte del operador.
5.-¿Por qué?	Anteriormente no se trabajaba bajo un SGC que llevaran a cabo el registro del mismo.

5.- DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAIZ

La falta de llenado de formato de PNC PRE-RE-02 se debe al desconocimiento del correcto llenado debido a que inicialmente no se contaba con ningún tipo de control para llevar a cabo el registro del PNC en las etapas del proceso de preformado por la falta de estandarización y definición de la metodología para el tratamiento del mismo, que debe realizarse directamente el operador, por la ausencia de un sistema de trabajo basado en los lineamientos de un SGC apegado a ISO 9001:2015.

Figura 2. Reporte de Acción Correctiva. Fuente: Elaboración propia.

2. Falta de asignación de áreas de PNC en proceso de preformado.

1.-¿Por qué?	La metodología no se diseñó tan a detalle para el proceso de preformado
2.-¿Por qué?	Solo se consideraba el agregar el PNC al final del proceso por el operador.
3.-¿Por qué?	Inicialmente no se se vió la necesidad de hacerlo por etapa en el proceso
4.-¿Por qué?	En las etapas del proceso de preformado el material se procesaba directamente.
5.-¿Por qué?	El material en preformado puede sufrir cambios para ser producto conforme.

6.- DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAIZ

La falta de asignación de áreas de PNC en proceso de preformado se debió a que la metodología no se diseñó tan a detalle para el proceso de preformado dado que solo se consideraba el agregar el PNC al final del proceso por el operador e inicialmente no se se vió la necesidad de hacerlo por etapa en el proceso, la naturaleza del producto permite que en las etapas del proceso de preformado el material se procese directamente y pueda sufrir cambios para ser producto conforme.

7. ACCIONES INMEDIATAS

Actividad	Responsable	Fecha Compromiso	Estatus
Se revisará con los operadores el procedimiento de producto no conforme y el llenado correcto de los registros utilizados para PNC en preformado, se evidenciará mediante minuta de reunión y se vigilará el llenado de los registros por personal de calidad.	Omar García Díaz	26/01/2021	CERRADO
Se revisará por una semana el cumplimiento de especificación para las etapas de dividido, pases, suavado y etiquetado de manera aleatoria para verificar la correcta identificación del PNC que se detecte por el jefe de preformado.	David García	05/02/2021	CERRADO

8. ACCIONES CORRECTIVAS A REALIZAR

Actividad	Responsable	Fecha Compromiso	Estatus
Se realizará el lay out del proceso de preformado, para realizar la asignación del área de PNC por etapas dentro de las líneas, el cual deberá ser aprobado por Gerente de Operaciones.	Ivan Ramos Plata/ Jesus Barragán	10/02/2021	CERRADO
Una vez aprobado se realizará la delimitación en físico en la línea de preformado.	David García	10/02/2021	CERRADO
Se realizará una nueva difusión de la importancia de la identificación del PNC con todos los áreas del proceso de operaciones que tengan PNC generado, así como de la correcta identificación, separación, reproceso, disposición del PNC que se genera en el proceso.	Omar García	10/02/2021	CERRADO
Se generará Ayuda visual para el área de Preformado y Bondaado, detallando el paso a paso de que hacer en los casos de la detección de producto en incumplimiento a la especificación o PNC.	Tania Pérez	10/02/2021	CERRADO
Una vez generada se difundirá con las personas de los respectivos procesos, y se indicará donde se dejará colocada físicamente en el área.			CERRADO

8. VERIFICACIÓN DE EFICACIA

FECHA	¿COMO SE MEDIRÁ EFICACIA?	¿EFICAZ?	NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN VERIFICA
16/04/2021	CON LA MEDICIÓN DEL INDICADOR DEL MES DE _____ DURANTE DE AUDITORIA INTERNA PROGRAMADA PARA _____	SI	
	OTRO: Se realizaron auditorías de calidad generándose reporte del resultado de 27 minutos para la verificación de la correcta asignación de las acciones de separación para un periodo de dos meses iniciando posterior al día 30 de febrero del presente año.	NO	Omar García Díaz

OBSERVACIONES/COMENTARIOS GENERALES

¿Se requirió cambio de documentos? SI NO

Especificar (códigos): _____ Fecha límite para realizar cambio: _____ Fecha Cierre de acción: _____

Nombre y firma del Coordinador del Sistema de Gestión de Calidad _____ ¿Fue necesario generar un nuevo reporte? SI NO

Figura 3. Reporte de Acción Correctiva (Continuación). Fuente: Elaboración propia.

Fase III

En esta se desarrolló la documentación de apoyo para el proceso, brindando información a los operadores del manejo, cuidado y uso de los materiales como también el uso adecuado de las maquinarias para evitar o reducir el número de material dañado (ver Figura 4).

Para esto se implementaron reportes, para con ello llevar el registro de todo el material que se genera en el proceso, asegurándose que todo material No Conforme sea detenido y apartado del resto del material conforme, y así lograr brindarle la seguridad y satisfacción al cliente de adquirir material de alta calidad, formato de PNC (ver Figura 5).



empresa ser merecedora a una inconformidad o devolución de material.

El desarrollo del proyecto, permite establecer la importancia que conlleva el control y la documentación de todo el material que no cumple con las especificaciones del cliente, por lo que, con procesos bien definidos es posible identificar la problemática de mayor constancia buscando la siempre la solución reduciendo el porcentaje del PNC.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. K. Chua, C. H. Wong, and W. Y. Yeong, "Chapter Nine - Quality Management Framework in Additive Manufacturing," in *Standards, Quality Control, and Measurement Sciences in 3D Printing and Additive Manufacturing*, C. K. Chua, C. H. Wong, and W. Y. Yeong, Eds. Academic Press, 2017, pp. 213–239. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813489-4.00009-X>.
- [2] I. Betlloch-Mas, R. Ramón-Sapena, C. Abellán-García, and J. C. Pascual-Ramírez, "Implementation and Operation of an Integrated Quality Management System in Accordance With ISO 9001:2015 in a Dermatology Department," *Actas Dermo-Sifiliográficas (English Edition)*, vol. 110, no. 2, pp. 92–101, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.adengl.2019.01.003>.
- [3] R. Nurcahyo, Zulfadlillah, and M. Habiburrahman, "Relationship between ISO 9001:2015 and operational and business performance of manufacturing industries in a developing country (Indonesia)," *Heliyon*, vol. 7, no. 1, p. e05537, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05537>.
- [4] D. P. Slakey, J. S. George, E. Anderson, D. Willeumier, and K. Guglielmi, "Applying international organization for standards 9001 to create an effective surgical quality committee," *The American Journal of Surgery*, vol. 221, no. 3, pp. 598–601, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2020.11.014>.
- [5] E. Siougle, S. Dimelis, and C. Economidou, "Does ISO 9000 certification matter for firm performance? A group analysis of Greek listed companies," *International Journal of Production Economics*, vol. 209, pp. 2–11, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.04.028>.
- [6] H.-C. Su, T.-W. (Daniel) Kao, and K. Linderman, "Where in the supply chain network does ISO 9001 improve firm productivity?," *European Journal of Operational Research*, vol. 283, no. 2, pp. 530–540, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.11.042>.
- [7] M. A. Tebar Betegon, V. Baladrón González, N. Bejarano Ramírez, A. Martínez Arce, J. Rodríguez De Guzmán, and F. J. Redondo Calvo, "Quality Management System Implementation Based on Lean Principles and ISO 9001:2015 Standard in an Advanced Simulation Centre," *Clinical Simulation in Nursing*, vol. 51, pp. 28–37, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2020.11.002>.

- [8] M. J. Cabero, J. L. Guerra, L. Gaité, S. Prellezo, P. Pulido, and L. Álvarez, “La experiencia de implantar la norma ISO 9001:2015 para certificar una unidad hospitalaria de urgencias pediátricas,” *Journal of Healthcare Quality Research*, vol. 33, no. 4, pp. 187–192, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhqr.2018.02.005>.
- [9] A. Castillo-Martinez, J.-A. Medina-Merodio, J.-M. Gutierrez-Martinez, and L. Fernández-Sanz, “Proposal for a maintenance management system in industrial environments based on ISO 9001 and ISO 14001 standards,” *Computer Standards & Interfaces*, vol. 73, p. 103453, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.csi.2020.103453>.
- [10] C. Parra-López, A. Hinojosa-Rodríguez, C. Carmona-Torres, and S. Sayadi, “ISO 9001 implementation and associated manufacturing and marketing practices in the olive oil industry in southern Spain,” *Food Control*, vol. 62, pp. 23–31, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.09.038>.
- [11] ISO, “Sistemas de Gestión de la Calidad — Requisitos,” Ginebra, 2015.





Diseño y construcción de un medidor de estrés térmico electrónico para medir el Índice WBGT

García Cruz Romeo¹, Pérez Méndez Ana Roselyn², Pérez Acosta Mario³, Cárdenas Anaya Olimpo Manuel⁴

Autor^{1,2,3,4}: Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Contacto:
202t0029@itsm.edu.mx
235 108 2951

Área temática: **Optimización de procesos**

¹Ingeniero Industrial, Maestría en Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

²Maestra en Ingeniería Industrial, Maestría en Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

³Maestro en Ingeniería Industrial, Academia de Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

⁴Ingeniero Electromecánico, Maestría en Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

RESUMEN: Este artículo, presenta el diseño y la construcción de un medidor de estrés térmico, capaz de ser utilizado en el análisis de condiciones térmicas, de las temperaturas elevadas o abatidas, mejorando el método análogo de medición que especifica la NOM-015-STPS-2001, y que, a la vez, pueda utilizarse en otros procedimientos de normativas internacionales.

El prototipo de medidor de estrés térmico, se diseñó con la ayuda del software CAD SolidWorks y con piezas elaboradas con material PLA impresas en 3D, este medidor busca ser innovador y de fácil acceso por su bajo costo para las empresas de seguridad e higiene responsables de diagnósticos de temperaturas elevadas o abatidas en lugares de trabajo, en

comparación con los existentes en el mercado. Actualmente este prototipo se encuentra en el nivel 5 de la escala TRL y validado con un análisis de reproducibilidad y repetibilidad dando como resultado favorable de funcionamiento usando una muestra de 20 lecturas se obtuvieron una variación de 2.62, en comparación con el 10% permisible; concluyendo que es aceptable y avalando que es un instrumento combinado con el método es preciso y exacto para medir.

PALABRAS CLAVE: Estrés térmico; Índice WBGT, Medidor Electrónico; Salud ocupacional.



ABSTRACT: *This article presents the design and construction of a thermal stress meter, capable of being used in the analysis of thermal conditions, high or low temperatures, improving the analogous measurement method specified in NOM-015-STPS-2001, and that, at the same time, can be used in other procedures of international regulations.*

The thermal stress meter prototype was designed with the help of SolidWorks CAD software and with parts made with PLA material printed in 3D, this meter seeks to be innovative and easy to access due to its low cost for safety and hygiene companies responsible for Diagnostics of high or low temperatures in workplaces, compared to those existing on the market. Currently this prototype is at level 5 of the TRL scale and validated with a reproducibility and repeatability analysis, resulting in a favorable performance result, using a sample of 20 readings, a variation of 2.62 was obtained, compared to the permissible 10%; concluding that it is acceptable and endorsing that it is an instrument combined with the method that is precise and exact to measure.

KEYWORDS: *heat stress; WBGT Index; electronic meter; occupational health*

INTRODUCCIÓN

Según un nuevo informe de la Organización Internacional del Trabajo, se espera que el aumento del estrés térmico causado por el calentamiento global provoque una pérdida de productividad en todo el mundo en 2030, equivalente a 80 millones de puestos de trabajo a tiempo completo [1]. El estrés térmico se refiere a un exceso de calor en el cuerpo por encima de los niveles que este puede tolerar sin disminución de sus capacidades fisiológicas [2]. El cuerpo humano necesita mantener su temperatura normal entre 36 y 37°

C para funcionar correctamente [3]. A medida que el aumento de las temperaturas reduce la productividad en el lugar de trabajo, la productividad económica mundial podría disminuir y afectar de manera desproporcionada a los países de la zona climática tropical [4], como es el caso de nuestro país.

Cuando los niveles de exposición al frío o al calor son muy elevados o prolongados, el cuerpo se vuelve incapaz de mantener una temperatura corporal interna constante, provocando efectos que pueden ser graves para la salud del organismo. Es así que se deben mantener controles estrictos sobre la temperatura presente en el ambiente de trabajo, realizando las mediciones relativas y aplicando los controles para minimizar este tipo de riesgo [5]. Existen diferentes métodos (fisiológicos, instrumentales, de balance térmico) para determinar las características del ambiente térmico y conocer el riesgo que pueda suponer para el trabajador expuesto, de los cuales, los más frecuentes son el método del índice de Temperatura Efectiva, el índice de Tensión Térmica y el Método WBGT [6].

En México, la seguridad y salud en el trabajo, se encuentran reguladas por diversos preceptos contenidos dentro de la Constitución Política y específicamente por las normas oficiales mexicanas de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS), en cuestión de condiciones térmicas extremas, la STPS cuenta con la NORMA Oficial Mexicana: NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas - Condiciones de seguridad e higiene, de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, que presenta un procedimiento específico sobre la evaluación de las condiciones térmicas elevadas o abatidas que estén afectando al personal ocupacionalmente expuesto a temperaturas extremas. La norma emplea el método del Índice WBGT y especifica que las mediciones se pueden realizar de manera análoga o con un instrumento de medición digital.

En la actualidad, existen en el mercado equipos de medición que determinan los parámetros de temperatura que se necesitan en la norma para calcular dicho índice, estos equipos de medición son de diferentes marcas extranjeras, solo con venta en línea y con precios principalmente en dólares o euros. Por ahora en México no existe alguna empresa que los elabore, haciéndolo de difícil acceso para asociaciones o instituciones de seguridad e higiene mexicanas que realizan diagnósticos de temperatura en lugares de trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Método WBGT

El Método WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), traducido al español como Índice de temperatura de Globo y Bulbo Húmedo; fue desarrollado por la Marina de los Estados Unidos de América y permite valorar la exposición al calor durante largos períodos de la jornada laboral. Este método de evaluación es el de mayor utilidad para este en regulaciones de la temperatura en espacios de trabajo, pues es utilizado en la norma ISO 7243:1989: Ambientes calurosos, Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo, basado en el índice WBGT (temperatura de globo y de bulbo húmedo), así como en sus adecuaciones para cada país y organismos de regulación de temperatura en espacios laborales, como es el caso de México con la NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas - Condiciones de seguridad e higiene, de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

Para la determinación de este índice, se utiliza el equipo con termómetros de mercurio representado en la figura 1, el cual está compuesto por un soporte con los siguientes elementos: Termómetro seco, para determinar la temperatura seca (TS); Termómetro húmedo con el bulbo sensor cubierto con una funda de algodón, la parte más baja de la funda debe estar sumergida en un recipiente con agua destilada para determinar la temperatura

húmeda (TH) y Termómetro de globo con una esfera de cobre con un espesor menor o igual a 1 mm y la superficie exterior pintada de color negro mate, en cuyo centro se localice el bulbo sensor del termómetro, para determinar la temperatura de globo (TG), también llamada temperatura radiante [6]; mismo procedimiento presentado en la NOM-015-STPS-2001, dejando a consideración realizar las mediciones de manera análoga o con un instrumento de medición digital.

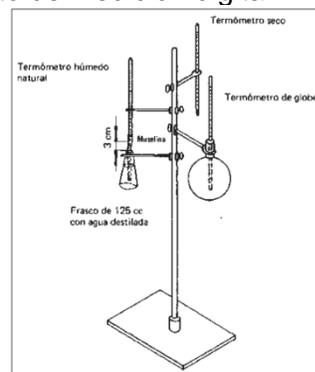


Figura 1. Equipo de medición (analógico) para el índice WBGT.

Fuente: Cortés Díaz (2012). Seguridad e Higiene en el trabajo.

Diseño Asistido por Computadora - CAD

El diseño asistido por computadora, conocido como CAD por sus siglas Computer-Aided Design, consiste en utilizar programas en una computadora con el fin de crear, modificar, analizar, optimizar y documentar representaciones gráficas bidimensionales y / o tridimensionales de objetos reales o en un proyecto. El CAD se utiliza para aumentar y optimizar la productividad del diseñador, con el objetivo de mejorar la calidad de los diseños, así como mejorar las comunicaciones a través de la documentación y la creación de una base de datos para la producción [7].

Escala TRL (Technology Readiness Levels)

Mediante el uso de la herramienta TRL (Technology Readiness Levels), o lo que es lo



mismo, niveles de madurez de la tecnología. Este concepto surge en la NASA, pero posteriormente se generaliza para aplicarse a cualquier proyecto, desde su idea original hasta su despliegue. Más en concreto un TRL es una forma aceptada de medir el grado de madurez de una tecnología. Por lo tanto, si consideramos una tecnología concreta y tenemos información del TRL o nivel en el que se encuentra podremos hacernos una idea de su nivel de madurez [8].

En comparación con diferentes medidores electrónicos de estrés térmico, el medidor propuesto en este artículo, consta de diferentes características que los distinguen de los existentes en el mercado (Medidor de estrés térmico: WBGT-2010SD, Monitor de estrés térmico QUESTEM II, Medidor de estrés térmico PCE-WB 20SD, entre otros). Este medidor atiende específicamente el método de evaluación de temperaturas extremas propuesto en la NOM-015-STPS-2001 de la normativa mexicana, optimizando dicho método de evaluación y garantizando una medición precisa; siendo útil para normativa internacional al ser el método mencionado una adaptación de normativas internacionales. Este medidor resulta económicamente más accesible y de uso práctico.

Desarrollo

Para poder elaborar el medidor de estrés térmico, se hizo uso del software CAD SolidWorks 2018, en el que se elaboró todo el diseño a computadora con las dimensiones finales del prototipo y una vista preliminar del mismo. A continuación, en la figura 2 se muestra el diseño final del medidor en una vista isométrica frontal y posterior, compuesto por un módulo principal de medición (1, un módulo secundario A (2), un módulo secundario B (3) y un tripie.

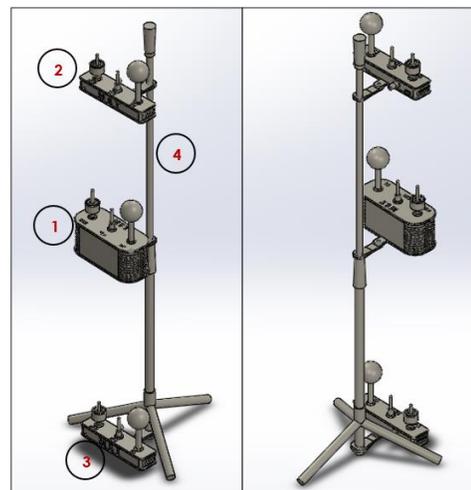


Figura 2. Prototipo final, Medidor de estrés térmico.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3, se muestra el tripie, que cuenta con tres sujetadores (uno por cada módulo de medición), las alturas a la que pueden ser colocados los sujetadores, de acuerdo a como lo establece la NOM-015-STPS-2001 en el procedimiento de medición son: 0.10 m (región de los tobillos), 1.10 m (región del abdomen) y 1.70 m (región superior a la cabeza) si el trabajador realiza sus actividades de pie; de igual manera a 0.10 m, 0.60 m y 1.10 m si el trabajador se encuentra laborando sentado.



Figura 3. Tripie con soportes.
Fuente: Elaboración propia.



En la figura 4, se muestra el Módulo principal de mediciones (vista frontal y posterior) que cuenta con una Sonda térmica digital Ds18b20 para temperatura de bulbo húmedo (1), Sonda térmica digital Ds18b20 para temperatura de bulbo seco (2), Globo negro de cobre de 2" de diámetro (3), Sonda térmica digital Ds18b20 para temperatura de globo (4) y un sujetador de base (5). Además, cuenta con una pantalla LCD donde se visualiza la temperatura y el porcentaje de humedad relativa ambiental, también cuenta con un puerto micro SD para almacenar las mediciones en una memoria y facilitar su análisis.

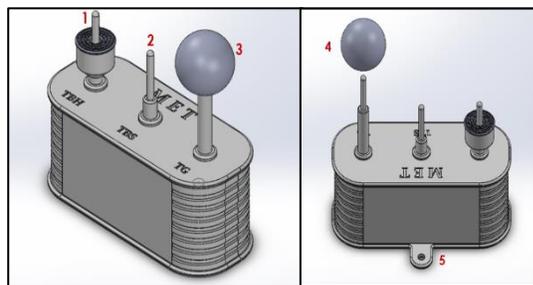


Figura 4. Módulo principal de mediciones.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la figura 5, se muestra el módulo secundario de medición (mismo diseño para el módulo A y el módulo B), este cuenta con Sonda térmica digital Ds18b20 para temperatura de bulbo húmedo (1), Sonda térmica digital Ds18b20 para temperatura de bulbo seco (2), Globo negro de cobre de 2" de diámetro (3), Led indicador de funcionamiento (4), Sonda térmica digital Ds18b20 para temperatura de globo (5), Sujetador de base (6), Conexión DIN para módulo principal (7) y un interruptor On/Off (8).

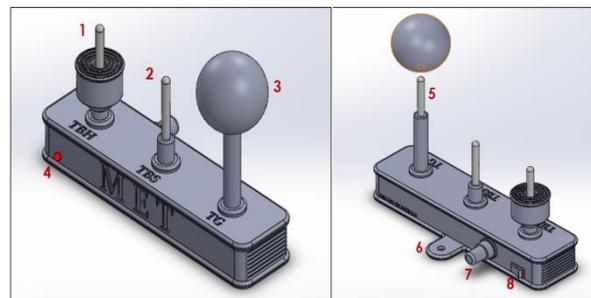


Figura 5. Módulo principal de mediciones.
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se procedió a la realización de los planos, para la elaboración de las piezas no existentes en el mercado; estas piezas se elaboraron con material PLA en impresión 3D, a continuación, en la figura 6 se muestran los planos de estas piezas elaborados en el software CAD SolidWorks 2018.

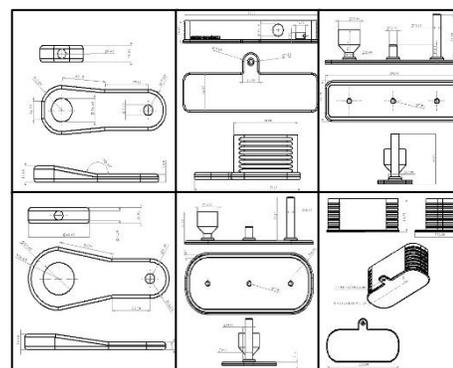


Figura 6. Planos para piezas impresas 3D.
Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

En este momento, el primer prototipo del medidor de estrés térmico se encuentra en su etapa final de elaboración (figura 7), al realizar pruebas piloto del prototipo, exponiéndolo a un ambiente real de medición para su posterior validación ante alguna institución de certificación y para constatar la exactitud de sus mediciones con el uso de un análisis R&R.



Año 2021 | No. I

Congreso Interdisciplinario de Ingenierías

ISSN: 2395-9649



Figura 7. Medidor de estrés térmico construido.
Fuente: Elaboración propia.

Para sustentar el funcionamiento del medidor de estrés térmico, a continuación, a través del análisis de repetibilidad y reproducibilidad, usando una muestra de 20 lecturas se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la figura 8.

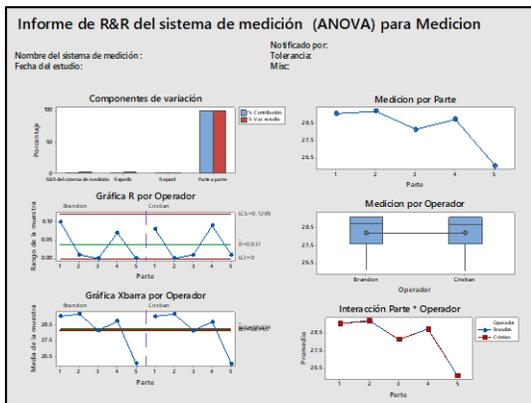


Figura 8. Informe de R&R del sistema de medición del medidor de estrés térmico.
Fuente: Elaboración propia.

Con una variación de 2.62, en comparación con el 10% permisible; se concluye que es aceptable y avalado con la cantidad de categorías distintivas que debe ser de 5 para

aceptarse y este estudio posee 53, esto indica que es un instrumento combinado con el método es preciso y exacto para medir.

De acuerdo con la escala de TRL, la madurez de la tecnología del medidor de estrés térmico elaborado en este proyecto es de Nivel 5 – Desarrollo de prototipo, por lo que se puede decir con certeza que este dispositivo ha sido validado, en condiciones de un entorno relevantes y probado en condiciones de un ambiente real.



Figura 9. Escala TRL (Technology Readiness Levels)
Fuente: (Ibáñez de Aldecoa Quintana, 2014).

CONCLUSIONES

En este artículo se presentó un medidor de estrés térmico desarrollado con base en la necesidad de optimizar el método de evaluación de temperaturas que establece la NOM-015-STPS-2001, este medidor elaborado de manera simple con componentes accesibles en el mercado local y nacional, cuya composición permite realizar mediciones de temperatura de globo, temperatura de bulbo húmedo, bulbo seco y humedad relativa con los que es posible calcular el Índice WBGT, necesario para establecer las condiciones adecuadas y tiempos de exposición adecuados para los operadores expuestos a temperaturas elevadas o abatidas según lo indique la normativa.

El modelo final del medidor desarrollado resultó ser funcional y cumple con las expectativas para un primer prototipo, sin dejar a un lado que se elabora a un costo muy bajo en



comparación con los ya existentes. Ahora puede ser utilizado en un ambiente real para realizar un diagnóstico de temperatura en espacios de trabajo en donde los operadores se expongan a cambios de temperatura fuera de los normales, este medidor, realiza las mediciones de manera autónoma y en lapsos de tiempo establecidos en su programación para hacer más eficiente su desempeño. Cabe mencionar que, con este medidor, se logra optimizar el método de medición que establece la norma NOM-015-STPS-2001, haciendo más fácil la evaluación y garantizando un diagnóstico confiable.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] OIT, “Trabajar en un planeta más caliente. El impacto del estrés térmico en la productividad laboral y el trabajo decente.” p. 1, 2019.
- [2] T. Kjellstrom, D. Briggs, C. Freyberg, B. Lemke, M. Otto, and O. Hyatt, “Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts,” *Further*, vol. 37, pp. 97–112, Mar. 2016.
- [3] OPS and OMS, “Estrés térmico, salud y confort laboral.” *Informe*, 2021. [Online]. Available: <https://www.paho.org/es/documentos/es-tres-termico-salud-confort-laboral>. [Accessed: 21-Oct-2021].
- [4] K. Lundgren, K. Kuklane, C. Gao, and I. Holmér, “Effects of heat stress on working populations when facing climate change,” *Ind. Health*, vol. 51, no. 1, pp. 3–15, 2013.
- [5] M. Mancera Fernández, M. T. Mancera Ruíz, M. R. Mancera Ruíz, and J. R. Mancera Ruíz, *Seguridad e Higiene industrial. Gestión de riesgos*. México: Alfaomega, 2012.
- [6] J. M. Cortés, “Seguridad e Higiene del Trabajo - Técnicas de prevención de riesgo laboral,” *Tébar Flores, S.L.*, p. 798, 2012.
- [7] J. D. Mercado Bautista, “Evolución de los software de simulación para el Diseño y Construcción en la Industria,” *Polo Conoc.*, vol. 5, no. 08, pp. 1333–1343, 2020.
- [8] J. M. Ibañez de Aldecoa Quintana, “Niveles de madurez tecnológica: Technology readiness levels: TRLS: una introducción,” *Econ. Ind.*, no. 393, pp. 165–171, 2014.



Aplicación de tarjetas didácticas virtuales en el aprendizaje de inglés como lengua extranjera

Oscar Garcia ¹, Carlos Rivero ², José Antonio Hiram Vázquez López ³, Pedro Arguijo ⁴, Roberto Angel Melendez-Armenta ⁵

212T0033@itsm.edu.mx
212T0027@itsm.edu.mx
jahvazquezl@itsm.edu.mx
pedroarguijo16@gmail.com
ramelendeza@itsm.edu.mx

Contacto:
ramelendeza@itsm.edu.mx
235-107-6804

Área temática: **Inteligencia Artificial**

¹Oscar Garcia, Ingeniero en Sistemas Computacionales, Maestría en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla;

²Carlos Rivero, Ingeniero en Sistemas Computacionales, Maestría en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla;

³José Antonio Hiram Vázquez López, Maestro en Sistemas Computacionales, Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla;

⁴Pedro Arguijo, Doctor en Ciencias, Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla;

⁵Roberto Angel Melendez-Armenta, Doctor en Ciencias de la Computación, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

RESUMEN: *La educación es un factor importante dentro de la vida cotidiana, así mismo como el poder combinar dicho sector con un idioma como lo es el inglés, es por eso que el desarrollo de una aplicación donde se ayude a contribuir a la práctica con tarjetas didácticas es importante, es por eso que dentro de la metodología es posible ayudar al usuario a relacionar conceptos de inglés marítimos con imágenes para ser interactivos y que aparte de repasar, se pueda aprender, es por que los resultados son favorables, ya que con una puntuación exacta se observa*

cómo se relacionan conceptos e imágenes de forma correcta.

PALABRAS CLAVE: *Aplicación para teléfonos inteligentes, Aplicaciones para teléfonos móviles, Aprendizaje ubicuo, Enseñanza de lengua extranjera, Fichas, Vocabulario.*

ABSTRACT: *Within the research carried out aimed at the education sector, a mobile application is being developed to support the learning of a language such*



as English, specifically Maritime English, to help users to review and learn the topics with the help of Flashcards

KEYWORDS: *Flash cards, Foreign language teaching, Mobile phone apps, Smartphone apps, Ubiquitous learning, Vocabulary.*

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje del lenguaje se enfoca principalmente en imitar (palabras, gestos o sonidos) y así asociar dichos elementos con situaciones, objetos y refuerzos positivos [1]. En el contexto presencial, es el educando el encargado de nutrir al alumno y en adición proporcionarle un esfuerzo adecuado en respuesta a su aportación dentro del aula, pese a ello, el autor [2] afirma que la presencia y presión constante ejercida por el educando y el aula pueden llegar a generar también inconvenientes dentro del aprendizaje.

En el contexto virtual, con el uso actual de las Tecnologías de la Información y Comunicación por sus siglas (TICs) el manejo de cartas didácticas ha evolucionado desde la aplicación base donde se asociaban imágenes y texto. Ahora, dentro del concepto, las imágenes pasan a ser un elemento en segundo plano donde bien el recurso puede estar relacionado con definiciones de otro idioma o alguna separación semántica y con ello, ser capaces de lograr una nueva experiencia de aprendizaje [3].

Aun cuando gran parte de las teorías del aprendizaje y manejo de tarjetas didácticas sean orientadas al alumno en etapas tempranas mientras cursa primaria o secundaria, las menciones de autores [4], hacen hincapié en continuar con el mismo empeño en niveles superiores ya que el desarrollo de nuestro cerebro es casi exactamente el mismo en etapas posteriores.

En adición a lo anterior, es factible considerar que la implementación del software dedicado a un tema o materia puede ser benéfico para el alumnado, de tal modo que, si dicho software es empleado directamente en clase por medio de actividades o si se le entrega libertad al alumno para interactuar con él en periodos fuera del aula, donde la presión por parte de sus pares o el docente es nula[5]. Por ello, se evalúa el cambio de desempeño del cuerpo estudiantil al implementar software de tarjetas didácticas virtuales para demostrar el impacto generado por la introducción de opciones a las herramientas de aprendizaje ya existentes, presentando un entorno amigable y de fácil acceso para el estudiante, como lo tienden a ser actualmente los dispositivos inteligentes [6].

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Unidades de estudio

El uso, evaluación y ventajas de la aplicación han sido probados en dos grupos de inglés técnico marítimo en una institución aduanera de nivel superior del puerto de Veracruz. Cada grupo consta de un total de 23 alumnos con una media de edad de 21 años, de los cuales, en el primer grupo solo se ha registrado la evaluación de 15 alumnos, mientras que en el segundo 19, debido a la disponibilidad de un dispositivo inteligente Android con características mínimas suficientes para ejecutar el software proporcionado.

2. Metodología

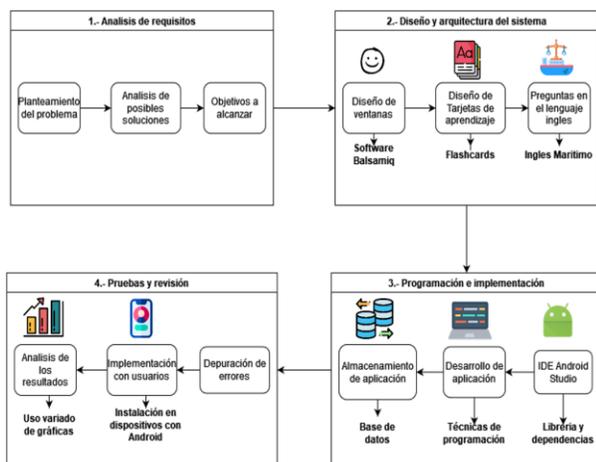


Figura 1 – Metodología propuesta

La metodología propuesta se puede expresar en la Figura 1, donde la primera parte está compuesta por un análisis de los requisitos los cuales dentro de ello está el planteamiento del problema así mismo el objetivo del sistema. Como segundo paso se diseñó las ventanas que contiene la aplicación móvil, junto con las tarjetas de aprendizaje y preguntas relacionadas con el inglés marítimo, para posteriormente partiendo del análisis y diseño poder programar e implementar el software propuesto, y finalmente tener un apartado de pruebas dónde se depura la aplicación y se muestra a los usuarios finales, creando gráficos que muestran mejor el rendimiento de los mismos.

3. Materiales

El entorno de desarrollo integrado (IDE) seleccionado es Android Studio (Figura 2), dicho entorno cuenta con las herramientas necesarias para crear una interfaz adaptable a las dimensiones y características de los dispositivos móviles con sistema operativo Android, así como dispone de un ambiente virtual de ejecución y pruebas, en el cual puede simularse el comportamiento en tiempo real de la aplicación.

Figura 2 – Logo de Android Studio
Fuente: Subpng 2021

4. Dominio

La aplicación creada para el entorno educativo, aborda los tópicos de inglés técnico marítimo “Parts of a ship”[7], “Message Markers” y “Radio lenguaje”[8] extraídos de literatura propia del centro educativo.

5. Procedimiento

El desarrollo del software de tarjetas didácticas con enfoque en inglés técnico marítimo, requirió el diseño de la interfaz, la adición de tarjetas con sus respectivas respuestas, pruebas de ejecución en tiempo real y su exportación para uso por los estudiantes.

El diseño y consideraciones en pantalla, como lo son botones, acomodo de imágenes y ventanas, se implementó Balsamiq, una herramienta de software con la capacidad para diseñar versiones editables.

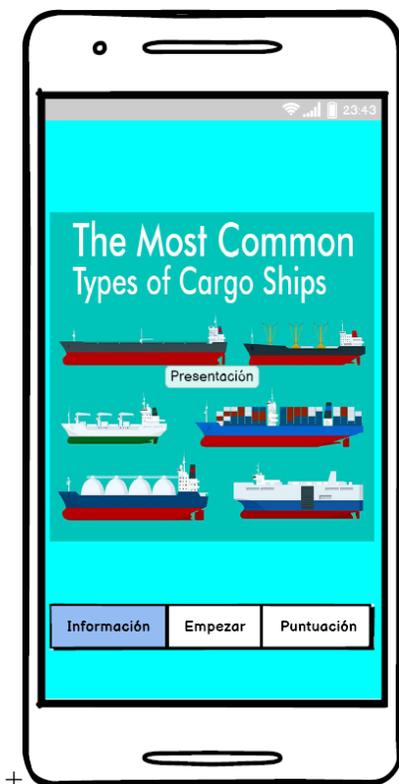


Figura 3 – Diseño de interfaz en Balsamiq.
Fuente: Elaboración propia.

En Android Studio se generó la aplicación diseñada (Figura 4) anteriormente en Balsamiq, respetando los detalles de apariencia previamente establecidos, así como se añadió un conjunto de 60 tarjetas con sus respectivas respuestas para ser mostradas en cada ejecución según lo requiere el usuario por tema y dificultad, una vez todo reunido en el mismo ambiente y probado su funcionalidad con la herramienta de ejecución en entorno virtual de Android Studio, se exportó un archivo de extensión .apk para ser compartido con el cuerpo estudiantil [9].

RESULTADOS

Con fin de evaluar los cambios ejercidos por el uso de la aplicación en ambos grupos, se contrastan las calificaciones de los alumnos en el parcial antes de la implementación de la

aplicación y las calificaciones de los mismos al ser evaluados dos meses después de implementar la aplicación desarrollada en los Gráficos 1 y 2, correspondientes a cada grupo.

Comparación de calificaciones del grupo 1

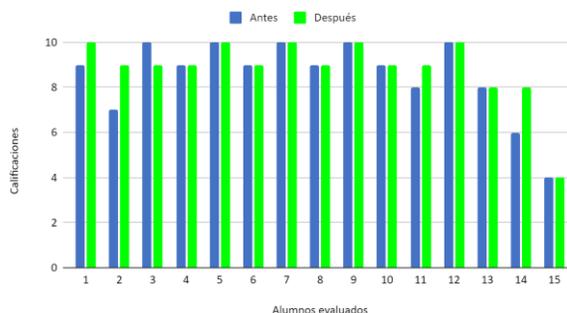


Gráfico 1 – Calificaciones de los 15 alumnos evaluados del primer grupo antes y después de usar software de tarjetas didácticas
Fuente: Elaboración propia

Comparación de calificaciones del grupo 2

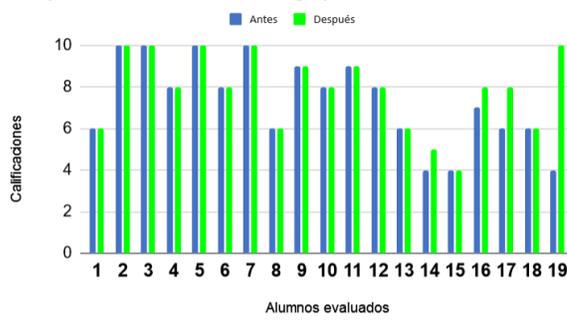


Gráfico 2 – Calificaciones de los 19 alumnos evaluados del segundo grupo antes y después de usar software de tarjetas didácticas
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, existe un cambio positivo ante la implementación de un software que permite al alumno prepararse a su ritmo y remueve las barreras psicológicas que le impiden participar en clase o formar parte activa del proceso de aprendizaje, al no encontrarse ante un constante miedo al rechazo por responder incorrectamente, el alumno tiende a deslindar el tópico seleccionado dentro del software de la ansiedad generada por el aula.



Dentro de lo observable en las gráficas 1 y 2, se observa el crecimiento del promedio general de ambos grupos y el aumento en el número de alumnos aprobados en el parcial evaluado. Las diferencias se dan por el impacto en las distintas formas de aprendizaje de cada alumno, con especial atención en aquellos cuyas formas de aprendizaje y retención de conocimiento no se adecuan al modelo aplicado dentro del aula.

El grupo 1 aumentó su promedio general de 8.53 a 8.86, conservando 14 de 15 alumnos como acreditados. Mientras que el grupo 2 incrementó su promedio de 7.31 a 7.84 y acrecentó su número de alumnos acreditados de 16 a 17 de los 19 evaluados.

La información anteriormente mencionada es apreciable en el diagrama 1 y el diagrama 2.

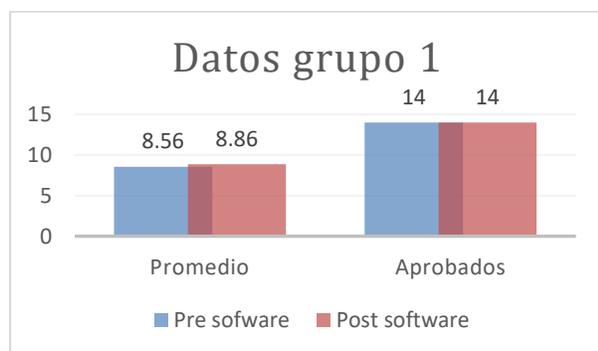


Diagrama 1 – Datos de grupo 1.

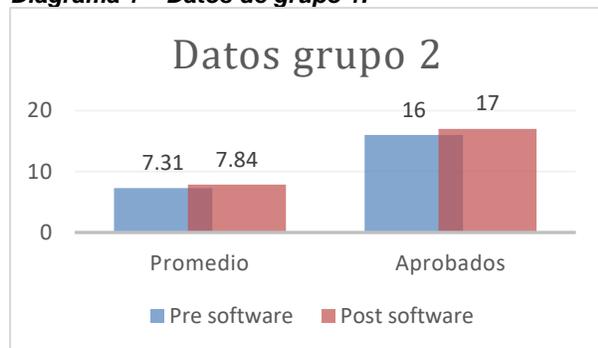


Diagrama 2 – Datos de grupo 2.

En el caso del grupo 1, el promedio general aumentó 0.33, pese a que el número de aprobados fue constante.

En el caso del grupo 2, el promedio general aumentó 0.52 y presentó un aprobado más que en la unidad previa a la introducción de software de flashcards.

CONCLUSIONES

Con lo observado anteriormente, se puede determinar una pequeña y constante mejora en el desempeño de los alumnos al integrarse tarjetas didácticas virtuales a los esfuerzos actuales del cuerpo docente en la implementación de tecnología dentro de las aulas, así como se cuenta con la posibilidad de aumentar el número de alumnos con calificación aprobatoria por la misma implementación.

Los resultados obtenidos aumentan la variedad de acercamientos al alumno a través de tecnologías de la información, así como diversifican el crecimiento sin la intervención directa del docente, a su vez reforzando la necesidad del educador de nutrirse con nuevas herramientas tecnológicas que apelen al contexto para el que se preparan las nuevas generaciones.

En trabajos futuros es explorable el manejo de estrategias didácticas virtualizables como memoramas, crucigramas, rompecabezas o el juego del “ahorcado”. Así mismo podría evaluarse el desempeño del mismo software en un entorno donde todos los alumnos independiente del dispositivo con el que cuenten, sean capaces de utilizarlo. Ahondando en la relación de las formas de aprendizaje el impacto generado por la introducción de opciones a las herramientas de aprendizaje ya existentes.

**BIBLIOGRAFÍA**

[1] Bower, G. H., Hilgard, E. R., & Palacios, J. M. S. (1989). *Teorías del aprendizaje*. Trillas.

[2] Klimova, B. (2018). *Mobile phones and/or smartphones and their apps for teaching English as a foreign language*. *Education and Information Technologies*, 23(3), 1091-1099.

[3] Kornell, N. (2009). *Optimising learning using flashcards: Spacing is more effective than cramming*. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 23(9), 1297-1317.

[4] De la Barrera, M. D., & Donolo, D. (2009). *Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje*. *Revista Digital Universitaria*, 10(4), 2-17. <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art20/int20.htm>

[5] Lan, Y. J., Sung, Y. T., & Chang, K. E. (2007). *A mobile-device-supported peer-assisted learning system for collaborative early EFL reading*. *Language learning & technology*, 11(3), 130-151.

[6] Pritchard, B. (2011). *Minimum (technical) vocabulary—some issues in Maritime English*. *ESP Maritime English Journal*, 1(1), 3-23.

[7] Zou, B., & Li, J. (2015). *Exploring Mobile Apps for English Language Teaching and Learning*. Research-publishing. net.

[8] Satyaputra, A., Aritonang, E. M., & Kom, S. (2016). *Lets Build Your Android Apps with Android Studio*. Elex Media Komputindo.

[9] Trenkner, P. (2000). *Maritime English. An attempt at an Imperfect Definition*. Dalian: Dalian Maritime University.



Evaluación de emisiones en un motor para mezclas de biodiésel obtenido a partir de *Ricinus Communis*

Galván Camacho Luis Armando ¹, Ramos López Miguel Angel ², Morales Hernández Luis Alberto³,
De Moure Flores Francisco Javier⁴, Gracida Rodríguez Jorge Noel⁵

Galván Camacho Luis Armando @Universidad Autónoma de Querétaro
Ramos López Miguel Angel @Universidad Autónoma de Querétaro
Morales Hernández Luis Alberto @Universidad Autónoma de Querétaro
Francisco Javier de Moure Flores @ Universidad Autónoma de Querétaro
Jorge Noel Gracida Rodríguez @ Universidad Autónoma de Querétaro

Contacto:

armando.galvan92@outlook.com

Área temática: **Energías renovables**

¹Galván Camacho Luis Armando, M en C. De la energía, Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro;

²Ramos López Miguel Angel, Doctor en Ciencias Biológicas, Posgrado en Ciencia y Tecnología Ambiental, Universidad Autónoma de Querétaro;

³Morales Hernández Luis Alberto, Doctor en Ingeniería, Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro, SJR Querétaro;

⁴De Moure Flores Francisco Javier, Doctor en ciencias físicas, Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro

⁵Gracida Rodríguez Jorge Noel, Doctor en bioingeniería, Biotecnológico, Universidad Autónoma de Querétaro.

RESUMEN: *En este trabajo se obtuvo biodiésel a partir de la semilla de Ricinus communis y se evaluaron los resultados de emisiones correspondientes a mezclas. El aceite se obtuvo a partir de extracción mecánica en caliente a 95 °C y posteriormente se realizó una transesterificación por catálisis homogénea para separar los ésteres metílicos de ácidos grasos y el glicerol contenidos en el aceite. Posterior a la obtención del biodiésel se determinaron algunas propiedades*

físicoquímicas del mismo y se realizaron pruebas mediante un diseño experimental factorial con diferentes proporciones de combustible comercial y el biocombustible obtenido en un motor estacionario de ciclo diésel. Se realizó ANDEVA para determinar el mejor tratamiento y se midieron las emisiones de CO, CO₂, y opacidad mediante una sonda Bosch BEA-150 y el un analizador fluke 750. Se determinó para cada tratamiento en qué porcentaje se disminuyeron las emisiones



contaminantes. Así mismo se midió la temperatura de las emisiones y el torque para los diferentes tratamientos en el motor. Obteniendo con el mejor tratamiento una disminución de 45% para CO y 60% para CO₂.

PALABRAS CLAVE: Biodiésel, higuera, Ricinus communis, emisiones, disminución, CO, CO₂

ABSTRACT: In this work, biodiesel was obtained from the seed of Ricinus communis and the emission results corresponding to mixtures were evaluated. The oil was obtained from hot mechanical extraction at 95 ° C and subsequently a homogeneous catalysis transesterification was carried out to separate the fatty acid methyl esters and glycerol contained in the oil. After obtaining the biodiesel, some physicochemical properties of the same were determined and tests were carried out by means of a factorial experimental design with different proportions of commercial fuel and the biofuel obtained in a stationary diesel cycle engine. ANDEVA was carried out to determine the best treatment and the emissions of CO, CO₂, and opacity were measured using a Bosch BEA-150 probe and a fluke 750 analyzer. It was determined for each treatment in what percentage the pollutant emissions were reduced. Likewise, the temperature of the emissions and the torque were measured for the different treatments in the engine. Obtaining with the best treatment a reduction of 45% for CO and 60% for CO₂.

KEYWORDS: Biodiesel, castor, Ricinus communis, emissions, decrease, CO, CO₂

INTRODUCCIÓN

En la década de 2010-2020 la atención a combustibles alternativos se ha incrementado debido a escasez crítica de combustibles

fósiles y al aumento en los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial. El uso de biocombustibles como fuentes alternativas es una de las soluciones más prometedoras a los problemas de combustibles fósiles agotadas y los impactos ambientales negativos asociados al uso y a la cada vez menor disposición [1]. Los biocombustibles se clasifican en primera, segunda, tercera y cuarta generación, de acuerdo con el tipo de materia prima empleado para producirlos. Así, los de primera generación son aquellos que se elaboran de cultivos que tienen un uso alimentario, ya sea animal o humano. Los de segunda generación son aquellos biocombustibles generados a partir de cultivos no comestibles, lo cual engloba a plantas, así como residuos de cultivos, de la elaboración de alimentos y desechos orgánicos municipales [2], [3]. Los de tercera generación son aquellos producidos a partir de microalgas y otros microorganismos, las cuales tienen altos rendimientos de carbohidratos, proteínas y aceites [4]. Por último, los de cuarta generación son aquellos que utilizan la ciencia de ingeniería genética para el crecimiento de materias primas, [5]. En términos generales de biocombustibles de segunda generación, se buscan cultivos oleaginosos cuyas características hagan de éstos opciones sustentables para su utilización [3]. En este sentido. *Ricinus communis* L; planta arbustiva de la familia Euphorbiaceae, es un cultivo oleaginoso importante, no comestible, tiene una alta producción anual y buen rendimiento en lugares donde se cultiva comercialmente, además debido a que es adecuada para desarrollarse en suelo marginales y climas semi áridos como los presentes en varios municipios en el estado de Querétaro. Su contenido de aceite se considera como una fuente combustible renovable y limpia. El nombre científico "Ricinus" viene de la garrapata de las ovejas europeas llamada *Ixodes ricinus* y "communis" del latín "común" debido a que es la única



especie conocida del género. *Ricinus communis* es comúnmente conocida como ricino, castor, higuera, etc. [6] otros nombres comunes y dialecticos. Es ampliamente cultivada en áreas secas de los trópicos y subtropicos con diferentes temperaturas y con veranos cálidos [7]. La producción global de aceite de ricino es cercana a 1.8 millones de toneladas por año. Los principales productores son India, china y Brasil [8]. Contienen entre 40 y 60 % de aceite rico en triglicéridos. Principalmente ácido ricinoléico. Dado que las semillas son venenosas por la presencia de la proteína tóxica ricina, es necesaria precaución durante la cosecha [10]. En particular, el aceite de ricino es un biolíquido no comestible, y su aplicación en la industria de los biocombustibles, en comparación del uso de materia prima sostenible (otro tipo de cultivos) para producción de biodiésel mediante tecnologías de transesterificación convencionales no crea crisis alimentarias ni eleva preocupaciones ambientales críticas [11]–[15]. En adición, la producción de biodiésel con aceite de ricino es más barato comparado con otros aceites vegetales debido a que es soluble en alcohol y se somete a la reacción de transesterificación con calentamiento mínimo bajo condiciones de temperatura ambientales [16]. Además, el biodiésel producido mediante aceite de ricino tiene un mayor número de cetano, lo que lleva a una mejor calidad de ignición para motores diésel, y contiene más oxígeno, aunque poco, y si lo hay, poco contenido de azufre, permitiendo así una combustión más completa y limpia que el diésel por sí mismo [7], [17].

MATERIAL Y MÉTODOS

“Material vegetal”

Se utilizaron semillas de higuera variedad Guanajuatoil, La siembra se realizó el 15 de julio de 2019 y la cosecha en diciembre de 2019 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Amazcala en un invernadero de 432 m². Los

frutos se trasladaron al laboratorio de compuestos naturales insecticidas de la facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro, los cuales se mantuvieron almacenados a temperatura ambiente bajo sombra, para su posterior utilización en este trabajo de investigación, se hizo uso de un total de 32.4 kg de semillas

“Obtención del aceite”

Se realizó extracción mecánica de aceite en caliente mediante una prensa extractora marca Zagaon Tech (México, Querétaro) con capacidad para 5 kg hr⁻¹, en las instalaciones del Laboratorio de Compuestos Naturales Insecticidas, de la facultad de Química, en la Universidad Autónoma de Querétaro, campus CU. El aceite obtenido fue almacenado en envases de polietileno de alta densidad con capacidad de 1L, hasta su empleo para la realización del biodiésel.

“Filtrado del aceite”

El resultante de extracción de aceite se sometió a filtrado mediante bomba de vacío a 500 mmHg, con embudo de Büchner y matraz Kitasato, utilizando manta filtradora con poros de 0.3 mm², para separar los residuos sólidos.

“Transesterificación”

Se llevó a cabo en lotes de 450 g de aceite, la reacción se llevó a cabo en vasos de precipitado de 500 mL a 55° C con agitación continua, con un tiempo de 25 min cada uno, lo anterior, con un tiempo de reacción de 25 minutos, y NaOH como catalizador.

Para la reacción de catálisis heterogénea, se utilizó una relación molar metanol/aceite 6:1 (w/w), empleando como catalizador perlititas de hidróxido de sodio (<99% de pureza) al 1% (w/w) previamente molidas en mortero de porcelana. Para el número molar del aceite se consideró 933.4 g mol⁻¹. Una vez preparado y adicionado el metóxido se reguló la agitación y se comenzó a tomar el tiempo.



Una vez terminado el tiempo de la reacción, se detuvo la agitación y se vació en embudo de separación de 500 mL con la ayuda de un embudo. El contenido se dejó precipitar por 12 h y posteriormente se separó el glicerol y los ésteres metílicos

“Purificación del biodiésel”

Una vez separado el biodiésel, este se sometió a un lavado con agua destilada, por triplicado, para separar los remanentes de catalizador y metanol de la reacción con una relación 1:1 (v/v) de agua destilada y biodiésel, esto se realizó en embudo de separación de 1 L con agitación manual. Después de cada lavado, se dejó reposar el contenido por 45 min y se separó el agua mediante precipitación. Al terminar, se realizó un calentamiento del biodiésel a 110 °C con agitación constante por 20 min. para eliminar los remanentes de agua destilada, una vez transcurrido el tiempo se dejó reposar por 1 h y se almacenó en recipientes plásticos con el fin de evitar el contacto con la atmosfera.

“Medición de emisiones”

El biodiésel fue probado en el motor estacionario de ciclo diésel siendo evaluadas diferentes mezclas con biodiésel al 10% (B10) 20 % (B20) y se comparó con un control donde se usó solamente diésel (B0).

Para el diseño estadístico se planteó un factorial completamente aleatorizado 3^2

Donde los factores a controlar fueron las RPM y el porcentaje de la mezcla de biodiésel, sin repeticiones.

La medición de opacidad fue realizada mediante la sonda Bosch BEA-150 mientras que la medición de CO y CO₂ por medio del medidor Fluke 750, así mismo la medición de temperatura por medio de termopar y el torque fue mediante una plataforma Mitsubishi GOT1000 acoplada al motor (Figura 1), esto anterior se realizó para cada tratamiento (estadístico) de la siguiente manera:

Se introdujo la sonda del medidor BOSCH, al igual que la plataforma electrónica del termopar en el colector de escape y se mantuvieron midiendo de manera continua la opacidad y la temperatura. El medidor Fluke, se colocó de manera vertical a la salida del escape a un metro de distancia y se realizaron las mediciones para cada tratamiento de manera puntual.

El torque fue medido de manera continua desde inicio hasta el fin de las pruebas.

Inicialmente se encendió el motor y se dejó funcionando en ralenti (aprox 1780 RPM) durante 15 min y hasta alcanzar 90° C en el cabezal del motor, esto con diésel comercial nuevo, para calentar el motor y asegurar que las mediciones sean las correspondientes a las condiciones normales de operación de este. El depósito de combustible fue limpiado anterior a agregar el diésel nuevo.

Se seleccionó aleatoriamente el siguiente tratamiento a realizar (revoluciones y nivel de biodiésel)

Se agregó la mezcla correspondiente de cantidad de biodiésel al depósito limpio, se encendió el motor y se aceleró manualmente hasta alcanzar las revoluciones indicadas mediante un tacómetro digital conectado a la flecha del motor, una vez fijadas las revoluciones, este se mantuvo en funcionamiento por dos minutos con la mezcla correspondiente y se realizaron las mediciones correspondientes para CO, CO₂, Opacidad, torque y temperatura de los gases, el motor se mantuvo encendido hasta terminar con el combustible en el depósito y se vaciaron los remanentes de combustible mediante una manguera conectada al mismo por gravedad.

El proceso anterior se repitió hasta completar todos los tratamientos para el experimento.



Figura 1. Plataforma de pruebas para biocombustibles. Fuente: elaboración propia

RESULTADOS

Se obtuvo un rendimiento promedio de transesterificación de 89.7 ± 0.53 % del total de aceite. Las propiedades fisicoquímicas pueden ser visualizadas en la Tabla 3

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas del biodiésel. Fuente: Elaboración propia

Densidad (g mL^{-1})	Viscosidad ($\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$)	Contenido de cenizas (%)
0.91 ± 0.00016	15.46 ± 0.0072	0.029 ± 0.00016

Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas del biodiésel. Continuación Fuente: Elaboración propia

Poder calorífico (MJ Kg^{-1})	Punto de inflamabilidad ($^{\circ} \text{C}$)	PH
40.49 ± 0.31	175.33 ± 0.67	7.6 ± 0.042

Se realizó el análisis de emisiones para mezclas de biodiésel con B0, B10 y B20 (Tabla 3). Se puede observar que, sin biodiésel, a medida que aumentaron las revoluciones del motor, se incrementaron las emisiones de CO y CO_2 (Figuras 2 y 3), así como la opacidad (Figura 4) mientras que la temperatura de los gases y el torque se mantuvieron prácticamente iguales

(Figura 5), se puede ver también que a medida que la cantidad de biodiésel aumentó, las emisiones de estos gases disminuyeron (Figuras 2 y 3), así como la opacidad disminuyó, mientras que el torque se vio afectado levemente (Figura 5) y la temperatura no tuvo variaciones de consideración (Figura 6), en general se observó que para B20 se obtuvo la mayor disminución de emisiones y opacidad (Figuras 2, 3 y 4), además que fue la que presentó la mayor disminución de torque al igual que la temperatura de los gases se mantuvo prácticamente igual (Figura 6).

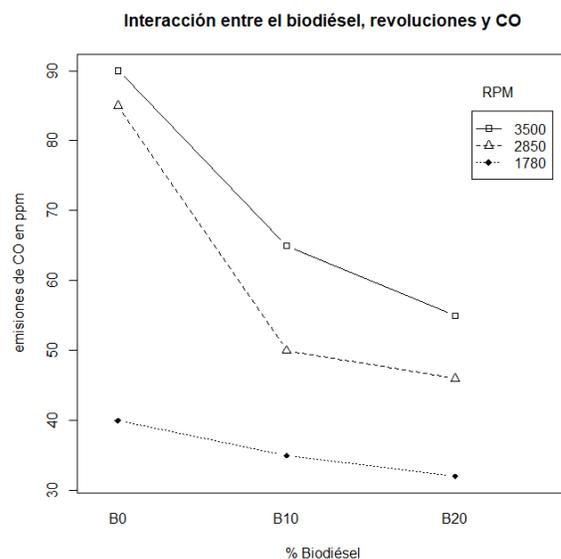


Figura 2. Emisiones de CO con los 3 niveles de RPM y concentración de biodiésel. Fuente: elaboración propia

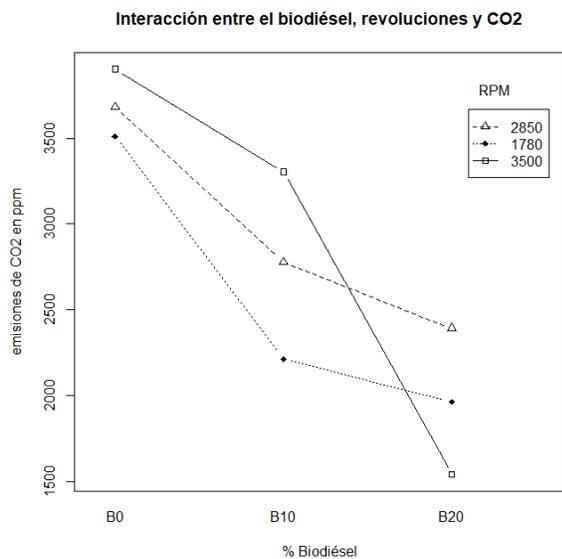


Figura 3. Emisiones de CO₂ con los 3 niveles de RPM y concentración de biodiésel. Fuente: elaboración propia

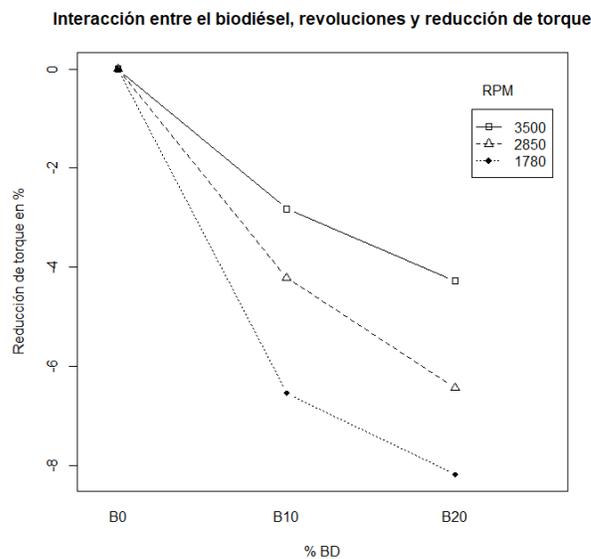


Figura 5. Medición de reducción de torque con los 3 niveles de RPM y concentración de biodiésel. Fuente: elaboración propia

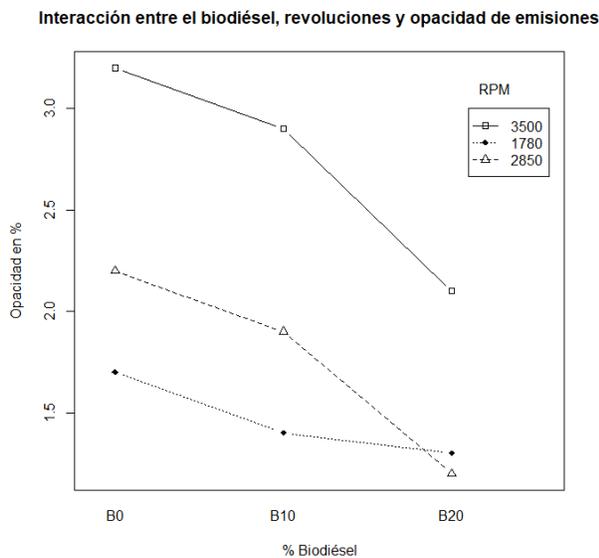


Figura 4. Medición de opacidad con los 3 niveles de RPM y concentración de biodiésel. Fuente: elaboración propia

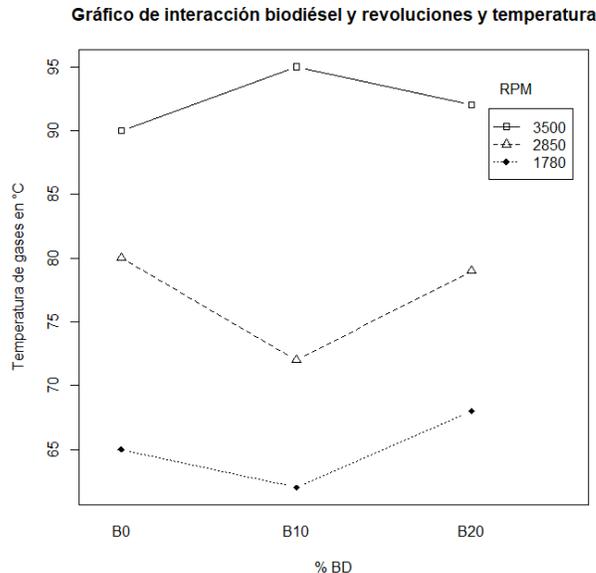


Figura 6. Medición de temperatura de gases con los 3 niveles de RPM y concentración de biodiésel. Fuente: elaboración propia

**AGRADECIMIENTOS**

Al consejo nacional de ciencia y tecnología (CONACyT) por el apoyo brindado con la beca para estudios de posgrado, gracias a la cual fue posible la realización de los mismos

CONCLUSIONES

- El biodiesel obtenido a partir de aceite de ricino tuvo la calidad necesaria para su utilización en motores de ciclo diésel. A pesar de que se muestran reducciones de torque de hasta 8%.
- El biodiésel elaborado a partir de aceite de ricino es una alternativa viable para la reducción de emisiones contaminantes al ser usado en mezclas con diésel comercial, ya que se obtuvieron reducciones de hasta 45% para CO y 60% para CO₂
- En cuanto a la temperatura de los gases de escape, se observó que el biodiésel no contribuyó al aumento de ésta.

Se recomienda realizar más estudios en el tema de biodiesel a partir de aceite de ricino y proponer alternativas para la purificación del mismo

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. K. Choi, Y. S. Choi, S. J. Kim, y Y. W. Jeong, «Characteristics of flame stability and gaseous emission of biocrude-oil/ethanol blends in a pilot-scale spray burner», *Renew. Energy*, vol. 91, pp. 516-523, jun. 2016, doi: 10.1016/j.renene.2016.01.066.
- [2] M. Guo, W. Song, y J. Buhain, «Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 42, pp. 712-725, feb. 2015, doi: 10.1016/j.rser.2014.10.013.
- [3] G. Taylor, «Biofuels and the biorefinery concept», *Energy Policy*, vol. 36, n.º 12, pp. 4406-4409, dic. 2008, doi: 10.1016/j.enpol.2008.09.069.
- [4] R. P. Singh y D. R. Heldman, *Introduction to Food Process Engineering, 3rd edition*. Academic Press, 2016.
- [5] G. Abdulkareem-Alsultan, N. Asikin-Mijan, H. V. Lee, y Y. H. Taufiq-Yap, «Biofuels: Past, Present, Future», en *Innovations in Sustainable Energy and Cleaner Environment*, A. K. Gupta, A. De, S. K. Aggarwal, A. Kushari, y A. Runchal, Eds. Singapore: Springer Singapore, 2020, pp. 489-504. doi: 10.1007/978-981-13-9012-8_21.
- [6] A. V. Bueno, M. P. B. Pereira, J. V. de Oliveira Pontes, F. M. T. de Luna, y C. L. Cavalcante, «Performance and emissions characteristics of castor oil biodiesel fuel blends», *Appl. Therm. Eng.*, vol. 125, pp. 559-566, oct. 2017, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2017.06.114.
- [7] M. Das, M. Sarkar, A. Datta, y A. K. Santra, «An experimental study on the combustion, performance and emission characteristics of a diesel engine fuelled with diesel-castor oil biodiesel blends», *Renew. Energy*, vol. 119, pp. 174-184, abr. 2018, doi: 10.1016/j.renene.2017.12.014.
- [8] A. M. A. Attia, M. Nour, y S. A. Nada, «Study of Egyptian castor biodiesel-diesel fuel properties and diesel engine performance for a wide range of blending ratios and operating conditions for the sake of the optimal blending ratio», *Energy Convers. Manag.*, vol. 174, pp. 364-377, oct. 2018, doi: 10.1016/j.enconman.2018.08.016.
- [9] A. Das, P. A. Satyanarayana, P. Srinu, V. Sridevi, y R. Ranjan, «Qualitative Study on production of Methyl ester

- (Biodiesel) from Castor oil and Nannochloropsis», Mater. Today Proc., vol. 18, pp. 4751-4762, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2019.07.463.*
- [10] V. Scholz y J. N. da Silva, «Prospects and risks of the use of castor oil as a fuel», *Biomass Bioenergy*, vol. 32, n.º 2, pp. 95-100, feb. 2008, doi: 10.1016/j.biombioe.2007.08.004.
- [11] L. Canoira, J. García Galeán, R. Alcántara, M. Lapuerta, y R. García-Contreras, «Fatty acid methyl esters (FAMES) from castor oil: Production process assessment and synergistic effects in its properties», *Renew. Energy*, vol. 35, n.º 1, pp. 208-217, ene. 2010, doi: 10.1016/j.renene.2009.05.006.
- [12] M. M. Conceição, R. A. Candeia, F. C. Silva, A. F. Bezerra, V. J. Fernandes, y A. G. Souza, «Thermoanalytical characterization of castor oil biodiesel», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 11, n.º 5, pp. 964-975, jun. 2007, doi: 10.1016/j.rser.2005.10.001.
- [13] E. Maleki, M. K. Aroua, y N. M. N. Sulaiman, «Castor oil — a more suitable feedstock for enzymatic production of methyl esters», *Fuel Process. Technol.*, vol. 112, pp. 129-132, ago. 2013, doi: 10.1016/j.fuproc.2013.03.003.
- [14] D. Mukesh et al., «Lipase catalysed transesterification of castor oil», *Biotechnol. Lett.*, vol. 15, n.º 3, pp. 251-256, mar. 1993, doi: 10.1007/BF00128314.
- [15] N. L. Panwar, H. Y. Shrirame, N. S. Rathore, S. Jindal, y A. K. Kurchania, «Performance evaluation of a diesel engine fueled with methyl ester of castor seed oil», *Appl. Therm. Eng.*, vol. 30, n.º 2-3, pp. 245-249, feb. 2010, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2009.07.007.
- [16] K. Ramezani, S. Rowshanzamir, y M. H. Eikani, «Castor oil transesterification reaction: A kinetic study and optimization of parameters», *Energy*, vol. 35, n.º 10, pp. 4142-4148, oct. 2010, doi: 10.1016/j.energy.2010.06.034.
- [17] Md. S. Islam, A. S. Ahmed, A. Islam, S. Abdul Aziz, L. C. Xian, y M. Mridha, «Study on Emission and Performance of Diesel Engine Using Castor Biodiesel», *J. Chem.*, vol. 2014, pp. 1-8, 2014, doi: 10.1155/2014/451526.



**ANEXOS.**

Tabla 3. Medición de emisiones en motor diésel para mezclas de biodiésel de aceite de ricino. Fuente: Elaboración propia

RPM	%BD	C0 (ppm)	C02 (ppm)	OP (%)	Disminución de torque (%)	T. Gases (°C)
1780	B0	40	3510	1.7	0.0	65
1780	B10	35	2214	1.4	6.54	62
1780	B20	32	1965	1.3	8.18	68
2850	B0	85	3681	2.2	0.0	80
2850	B10	50	2779	1.9	4.21	72
2850	B20	46	2394	1.2	6.43	79
3500	B0	90	3902	3.2	0.0	90
3500	B10	65	3304	2.9	2.82	95
3500	B20	55	1542	2.1	4.27	92



Desarrollo de Soluciones Basadas en Inteligencia Artificial para la Solución de Laberintos

Stephani Haro Peña¹, Daniella Librado Serrano², Axel Nieto Tolentino³, José Darío Rosas Servín⁴,
Eduardo Vázquez Santacruz⁵

cbi2163008037@izt.uam.mx
cbi2163048979@izt.uam.mx
cbi2153043079@izt.uam.mx
cbi2163011230@izt.uam.mx
evazquez.santacruz@izt.uam.mx

Contacto:
evazquez.santacruz@izt.uam.mx
+52 55 1278 1948

Área temática: **Inteligencia Artificial**

¹Stephani Haro Peña, Licenciatura, Ingeniería Electrónica, Universidad Autónoma Metropolitana;

²Daniella Librado Serrano, Licenciatura, Computación, Universidad Autónoma Metropolitana;

³Axel Nieto Tolentino, Licenciatura, Ingeniería Electrónica, Universidad Autónoma Metropolitana;

⁴José Darío Rosas Servín, Licenciatura, Ingeniería Electrónica, Universidad Autónoma Metropolitana;

⁵Eduardo Vázquez Santacruz, Doctorado, Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Autónoma Metropolitana;

RESUMEN: Este documento muestra la metodología empleada para programar un laberinto utilizando el lenguaje de programación Python 3, empleando las librerías de Pygame y OpenCV para poder leer la información de un archivo que contiene un laberinto generado aleatoriamente empleando el mismo lenguaje de programación.

La finalidad de este programa es que un usuario pueda recorrer el laberinto mediante el uso de un teclado y un ratón para llegar desde un punto indicado como el inicio hasta un punto, señalando la meta.

Si el usuario se encuentra con dificultades para recorrer el laberinto, puede hacer uso de opciones de asistencia como son el trayecto de la ruta, para guiarse hacia lugares no visitados, o, si lo llegase a requerir, resolver automáticamente el laberinto desde el punto de partida hasta el punto de destino.

La programación de la solución del laberinto hace uso de algoritmos de inteligencia artificial, como el algoritmo de Dijkstra o los algoritmos de búsquedas informadas, así como técnicas de teoría de

juegos para poder analizar el tablero del laberinto.

PALABRAS CLAVE: Dijkstra, laberinto, Teoría de juegos, grafo, búsquedas informadas, Pygame, OpenCV.

ABSTRACT: *This document shows the methodology used to program a maze using the Python 3 programming language and using the Pygame and OpenCV libraries to be able to read the information from a file containing a randomly generated maze using the same programming language.*

The purpose of this program is that a user can go through the maze by using a keyboard and a mouse to get from a point indicated as the beginning to a point signaling the goal. If the user finds it difficult to navigate the labyrinth, he can make use of assistance options such as the layout of the route traveled, to guide himself to unsought places, or, if required, automatically solve the labyrinth from the starting point to the destination point.

Maze resolution programming makes use of artificial intelligence algorithms, such as Dijkstra's algorithm or informed search algorithms, as well as game theory techniques to be able to analyze the maze board.

KEYWORDS: Dijkstra, maze, games Theory, graph, reported searches, Pygame, OpenCV.

INTRODUCCIÓN

El equipo del proyecto "ALGORITMOS DE RESOLUCIÓN DE LABERINTOS" elaboró una simulación del original juego de mesa "Laberinto", en esta ocasión la versión es llevada a la programación, con el apoyo de la inteligencia artificial se tendrán en la pantalla tableros aleatorios y dos puntos que harán un

recorrido, es decir, el punto de partida A tiene como objetivo del juego llegar al punto B de la meta, durante el recorrido el punto A debe esquivar obstáculos y lograr encontrar la mejor ruta, para optimizar ese camino los algoritmos Dijkstra y de búsquedas, son los encargados de proyectar las soluciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Resolución del problema del laberinto por medio del algoritmo de Dijkstra.

El algoritmo de Dijkstra se utiliza para encontrar la ruta óptima entre nodos en un grafo dirigido. Se inicia con un nodo de origen y longitudes de borde conocidas entre nodos. Se asigna un valor de distancia desde la fuente a todos los nodos. En el caso del nodo origen, esta distancia es 0 por ser la fuente, y el resto de los nodos tienen un valor infinito para comenzar. Véase Figura 1 y Figura 2.

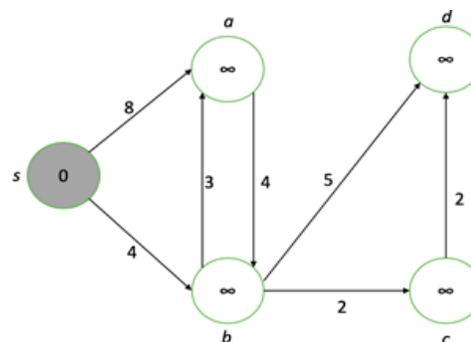


Figura 1. Grafo inicial. Fuente: elaboración propia.

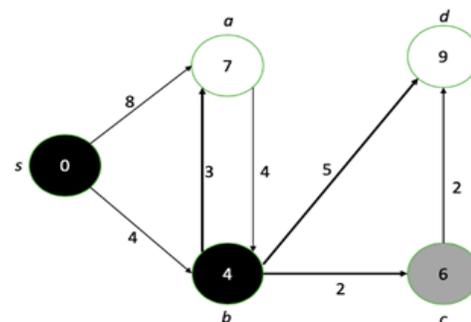


Figura 2. Primer recorrido del grafo. Fuente: elaboración propia.

Conforme se recorre el grafo, los valores “infinitos” se extrapolan al valor de las aristas del nodo al que se dirige.

El nodo origen ahora se finaliza y sus nodos vecinos adquieren nuevos valores. El nuevo nodo de interés es el “b”, ya que su costo para llegar a éste es menor, por lo que se repite el proceso anterior para sus nodos adyacentes y finaliza el valor de la ruta más corta de “b”. Esto es: se toma en cuenta el valor del nodo en cuestión y el valor de la arista hacia dónde se dirige ese nodo y se elige la más económica. Los valores van cambiando conforme el grafo se va recorriendo. Al finalizar el recorrido del grafo, los nuevos valores de los nodos quedan de la siguiente forma (véase Figura 3):

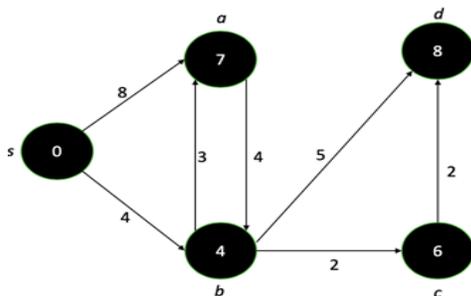


Figura 3. Grafo recorrido completamente. Fuente: elaboración propia.

Este proceso permite evaluar la ruta óptima de un punto inicial a un punto final.

Al extrapolar este problema a un laberinto, se puede pensar en una imagen como una matriz de píxeles. Cada píxel tiene un valor RGB de 0,0,0 (negro) o 255,255,255 (blanco).

El objetivo de desarrollo es crear una ruta óptima que comience en un punto blanco indicado por el usuario, y que además no cruce los límites negros. Para representar este objetivo, cada píxel se trata como un nodo y se dibujan bordes entre píxeles vecinos con longitudes de borde basadas en diferencias de valor RGB. Se empleó la fórmula de distancia

euclidiana al cuadrado entre dos puntos, pero agregando 0.1 como valor mínimo para asegurar que no se presenten longitudes de trayectoria 0 (un requisito para el algoritmo de Dijkstra):

$$d = 0.1 + (R_2 - R_1)^2 + (G_2 - G_1)^2 + (B_2 - B_1)^2 \quad \text{Ec. (1)}$$

Los valores de R, G y B se encuentran asociados al valor RGB de un píxel en cuestión. Esta fórmula permite que la distancia de cruce a través del límite del laberinto sea prohibitivamente grande. El camino más corto desde el origen al destino será alrededor de la barrera, no a través de ella lo que permite que no se crucen las paredes del laberinto.

Es decir, al querer pasar de un nodo blanco a otro, la distancia será:

$$d = 0.1 + (255 - 255)^2 + (255 - 255)^2 + (255 - 255)^2 = 0 \quad \text{Ec.(2)}$$

Y si se quiere pasar de un nodo blanco a uno negro:

$$d = 0.1 + (255 + 0)^2 + (255 + 0)^2 + (255 + 0)^2 \quad \text{Ec.(3)}$$

La distancia tiende a infinito o a un valor muy grande, lo que ocasiona desventaja en comparación a un nodo blanco cuya distancia es la mínima.

Este concepto matemático nos permite que la resolución del laberinto no traspase la frontera de la pared u obstáculos presentados.

PyGame

PyGame es un módulo del lenguaje de programación Python que permite la creación de videojuegos en dos dimensiones de una manera sencilla. Mediante PyGame podemos utilizar sprites (objetos), cargar y mostrar imágenes en diferentes formatos, sonidos, etc. Además, al ser un módulo destinado a la

programación de videojuegos se puede monitorizar el teclado o joystick de una manera bastante sencilla.

Siempre que se empieza a programar un videojuego se suele utilizar una plantilla predefinida con las instrucciones básicas o esenciales. La idea es no escribir el código básico cuando se puede reutilizar.[1]



Figura 4. Ciclo de juego. Fuente: Programó Ergo Sum.

RESULTADOS

Cuando el jugador no encuentra el camino correcto, se ejecuta el resultado que se genera automáticamente.

En las imágenes que se muestran a continuación, se puede observar la resolución del laberinto por medio del algoritmo Dijkstra. se puede observar que hay un buen rendimiento independiente a la estructura de este.

Las limitaciones radican cuando este se encuentra fuera de las condiciones iniciales y solicitadas para el laberinto. Por otra parte, el mismo programa pretende ser amigable con el usuario e intuitivo para la selección de puntos de inicio y fin.

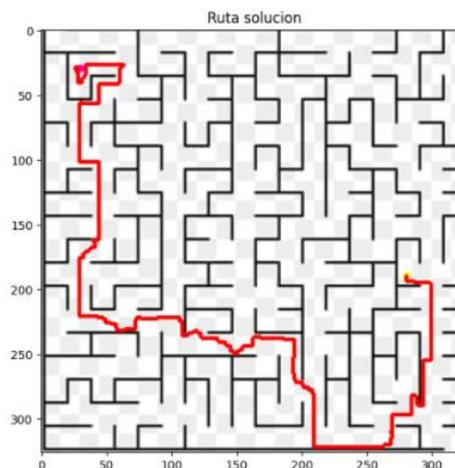


Figura 5. Solución a un laberinto. Fuente: Autoría propia.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer a nuestro profesor, Eduardo Vázquez Santacruz, Doctor en Ciencias con Especialidad Ingeniería Eléctrica, quien con sus conocimientos y apoyo nos guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscábamos.

CONCLUSIONES

El proyecto logró implementar los algoritmos para alcanzar el objetivo del juego.

Se estableció que el código es eficiente para la resolución de diversos laberintos, sin embargo, se complica cuando no se cumplen las condiciones establecidas o se seleccionan puntos limítrofes al laberinto, ignorando por completo a este último.

BIBLIOGRAFÍA

[1] M. Á. Abellán, «Introducción a PyGame en Raspberry Pi,» 26 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.programoergosum.es/tutoriales/introduccion-a-pygame-en-raspberry-pi/>. [Último acceso: 15 octubre 2021].



Innovaciones tecnológicas con tendencias de alto impacto social

Alejandro Orozco Delgado¹, Sharylin Centeno Cordova², Samantha Decelis López³, Esther Jiménez Morales⁴, Flor Radilla López⁵, Eduardo Vázquez Santacruz⁶.

evazquez.santacruz@izt.uam.mx ⁵

Contacto:

evazquez.santacruz@izt.uam.mx
+52 55 1278 1948

Área temática: **Optimización de procesos**

Alejandro Orozco Delgado, Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen;
Sharylin Centeno Cordova, Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen;
Samantha Decelis López, Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen;
Esther Jiménez Morales, Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen;
Flor Radilla López, Facultad de Ciencias de la Información, Universidad Autónoma del Carmen;
Eduardo Vázquez Santacruz, Doctorado, Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Autónoma Metropolitana;

RESUMEN: Hemos desarrollado dos tecnologías que se combinan para tener una solución común en la atención de demandas sociales específicas. Ambas entidades cuentan con un modelo y perfil de clientes o usuarios similar, lo que redundará en un gran potencial de sinergias para incrementar la diversificación y alcance en las nuevas industrias, el gran crecimiento que tiene y el avance en la tecnología para poder satisfacer las necesidades de los usuarios. Se describirán los elementos desarrollados para atender a los clientes en un escenario de comensales que requieren atención para brindarles comida. En este trabajo también se repasa el caso del uso de semáforos inteligentes que permiten una convivencia social más ordenada.

PALABRAS CLAVE: Diseño de tecnología; Aplicaciones de software;

Raspberry; programas; desarrollo tecnológico; impacto social; optimización de procesos.

ABSTRACT: We have developed two technologies which are combined in order to have a common solution in attention to specific social demands. Both entities have a similar model and profile of clients or users, which results in a great potential of synergies to increase the diversification and reach in the new industries, the great growth that has and the advance in the technology to be able to satisfy the needs of the users. The elements developed to serve customers in a scenario of diners who require attention to provide them with food will be described. The case of the use of smart traffic lights that allow a more orderly social coexistence is also reviewed in this work.



KEYWORDS: *Technology design; software application; raspberry; programs; technology development; social impact; optimization of processes*

INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo donde la tecnología avanza exponencialmente y esto es a causa de la demanda excesiva de la realización de productos por parte de la sociedad e industria privada lo cual nos obliga a que las jornadas laborales sean mayores y esto implica que el rendimiento de los trabajadores tenga un decremento en muchas situaciones. Es por eso que el uso de la tecnología para optimizar los procesos es una solución adecuada de tal manera que estos se pueden realizar inclusive de manera más rápida y efectiva que los seres humanos. Se espera que un futuro muchos de los procesos actuales sean automatizados, actualmente los trabajos que son reemplazados por organismos autónomos son los repetitivos o cíclicos. Esto nos dirige al uso de nuevas tecnologías como las que a continuación describiremos en los siguientes proyectos de desarrollo de tecnología que implementan principios básicos de innovación. En primera instancia el desarrollo de un meserobot y un semáforo inteligente implica dos proyectos que tienen un fin en común el cual es aportar a la sociedad una manera más fácil y eficiente de convivencia [4][9].

MATERIAL Y MÉTODOS

Desarrollo tecnológico de un Meserobot.

Este desarrollo tecnológico implica tres partes importantes: aplicación, programación y diseño del meserobot.

Problemática: En la actualidad las cadenas restauranteras buscan la optimización de sus recursos sin perder la calidad de sus servicios. Un aspecto importante que evaluar en un restaurante es la atención hacia los clientes por

parte del personal que les atiende en las mesas debido a que los meseros no siempre se comportan de la manera más amable cordial y educada al momento de tomar la orden de cada mesa además de que en ocasiones pueden llegar a ser descuidados con su aspecto personal lo cual provoca cierta desconfianza por parte del cliente hacia la calidad de la comida del restaurante [4].



Figura 1. Diagrama de flujo de cómo funciona la apk. Fuente: Elaboración propia.

Aplicación: La Figura 1 muestra el diagrama de flujo respecto al funcionamiento de la aplicación del proyecto que refiere este documento. Para el desarrollo de la aplicación se eligió la plataforma de App Inventor 2, Figura 2 [1], debido a que es una plataforma gratuita y su implementación es específicamente para el desarrollo de



aplicaciones para el sistema operativo Android [2].



Figura 2. Logo de la herramienta App Inventor 2.

Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo de la aplicación integral referida fue necesario crear dos aplicaciones. Una para uso de los clientes como se muestra en la Figura 3 y la otra (VisorRobMesero) para uso exclusivo del personal como muestra la Figura 4.



Figura 3. Pantalla de inicio de la aplicación de clientes. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5 se muestra la ventana en la que el cliente como primer paso debe seleccionar la mesa en donde está sentado y para eso tiene un botón despegable donde él podrá observar las distintas mesas que hay, la mesa en la que el cliente se encuentra sentado está marcada (ejemplo M1), posteriormente debe presionar el botón seleccionar para que la variable mesa se guarde. Enseguida, el cliente debe seleccionar lo que desea ordenar tanto alimentos como bebidas, y de igual manera hay una lista

desplegable para la cantidad de platillos que desea ordenar de cada comida: al tener la cantidad fijada de cuantos platillos desea entonces presiona el botón añadir para agregarla al pedido [3].



Figura 4. Pantalla de inicio de VisorRobMesero

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Sección donde el restaurante coloca el menú y el cliente realizará su pedidos. Fuente: Elaboración propia.



Una vez que el cliente este seguro de lo que va a ordenar presiona el botón “Pedir” para mandar su orden a una base de datos en un sitio web, ver Figura 6, esto se logra con la función MiniWebBD que crea una base de datos integrada al sistema web, esto es algo muy útil para el cliente y/o usuario [4].

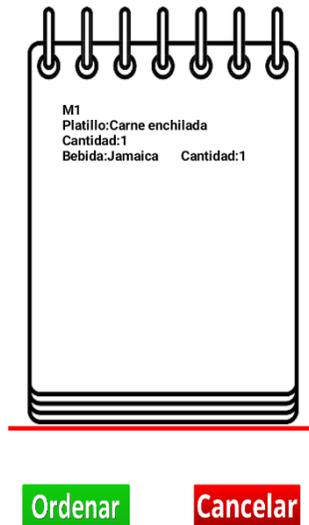


Figura 6. Visualización del pedido que realizará el cliente. Fuente: Elaboración propia.

Programación del meserobot: La figura 7 muestra un diagrama de la funcionalidad del robot Verónica.

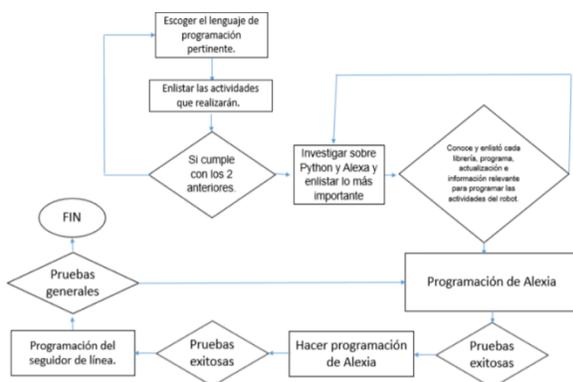


Figura 7. Diagrama de programación general del robot Verónica. Fuente: Elaboración propia.

Para poder usar la raspberry de una manera accesible, ésta se conecta de manera remota a través de las IP de cada dispositivo por lo que es necesario contar con el programa VNC VIEWER. El control remoto de la raspberry PI se obtiene a través del programa VNC VIEWER. Para poder comenzar a trabajar con la raspberry se tienen que instalar todos los controladores, drives, programas y librerías necesarias para que pueda funcionar la computadora. Una parte importante es instalar el VNC, el Wireless, los outputs e inputs de cada pin y puerto de la raspberry [5].

Traectoria del seguidor del meserobot: En la Figura 8 se muestra la trayectoria del robot con la línea negra, y la línea que se encuentra en inicio indica que de ahí partirá el robot y de igual manera será su punto de regreso. Las pequeñas líneas horizontales a los costados significan el número de mesa a la cual llevará los pedidos el mesero por medio de un contador, es decir, al llegar a cada línea se almacenará cuál mesa es identificada para así poder detenerse en la zona correcta haciendo una comparación entre la mesa a la cual se entregará la orden con la mesa en la cual se encuentra el robot.

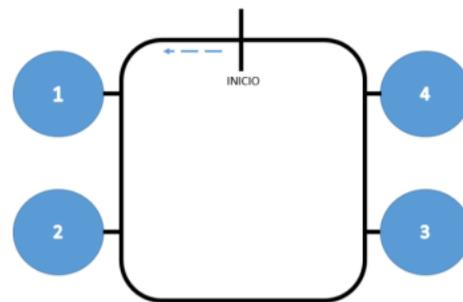


Figura 8. Trayectoria que sigue Verónica para llegar a las mesas. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 9 muestra un diagrama de flujo referente a la estrategia implementada para lograr la trayectoria del robot. A través de la Figura 10 podemos observar algunas



evidencias de las pruebas relacionadas con la trayectoria del robot referido.

Diseño: La Figura 11 muestra nuestra estrategia implementada para desarrollar el robot de servicio. Como se puede percibir es importante se considere un enfoque iterativo para realizar ajustes al robot en la medida que se requiera durante el desarrollo de la tecnología.

las ventajas de usar esta herramienta de apoyo durante nuestro diseño es la elección de material que se puede utilizar en la manufactura real y la aplicación de esfuerzos en la infraestructura del robot lo cual permite obtener un informe que da paso a un análisis para visualizar y tomar decisiones respecto a cuáles son las zonas donde se encuentra alguna concentración de esfuerzo en ciertos objetos. Esto es de fundamental importancia para nuestro proyecto, ya que se tiene que observar la resistencia del material de acuerdo con el diseño y con la forma en que se comportan los esfuerzos.

En la Figura 13 se muestra un primer diagrama de bloques de nuestro desarrollo tecnológico. En éste se observa una parte de la clasificación de los materiales que pueden ser usados en este robot dadas sus propiedades físicas, químicas, ecológicas, entre varias otras. Las características que son de nuestro fundamental interés son las propiedades mecánicas (físicas), ya que a través de ellas podemos conocer la resistencia y dureza del material cuando es sometido a esfuerzos de diferente tipo.

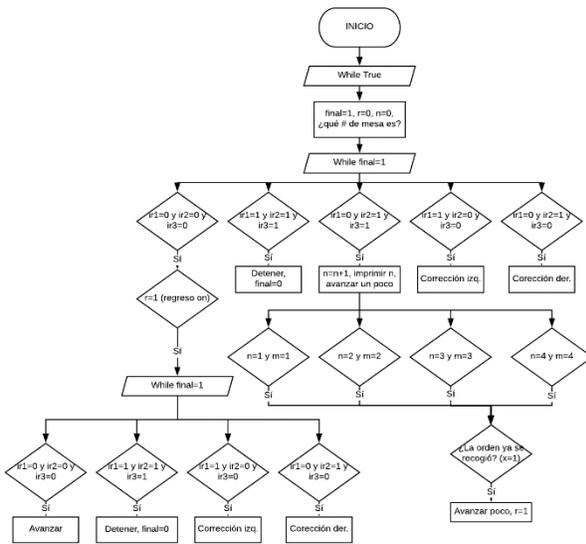


Figura 9. Programación de trayectoria del robot. Fuente: Elaboración propia.

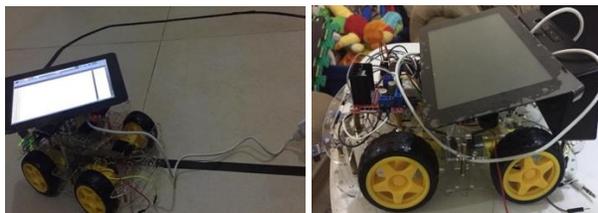


Figura 10. Prueba del seguidor de la dirección de verónica. Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo del robot en su etapa de diseño se eligió la herramienta Solidworks, Figura 12 [6]. Esto debido a que es un software con una amplia gama de opciones para diseñar, y además también realiza simulaciones de distintos tipos. Un ejemplo de

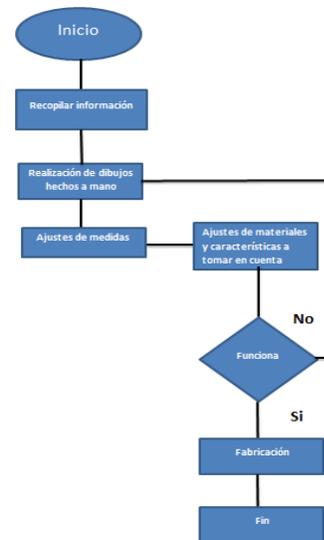


Figura 11. Diagrama de flujo del diseño del mesorobot. Fuente: Elaboración propia.



Figura 12. Logo del software usado para diseñar el robot. Fuente: Elaboración propia, foto tomada de la aplicación.



Figura 13. Diagrama de bloques clasificación de propiedades. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 14 se muestra un diagrama con una pequeña clasificación referente a metales que fueron elegidos para nuestro desarrollo tecnológico del robot por su propiedad mecánica.

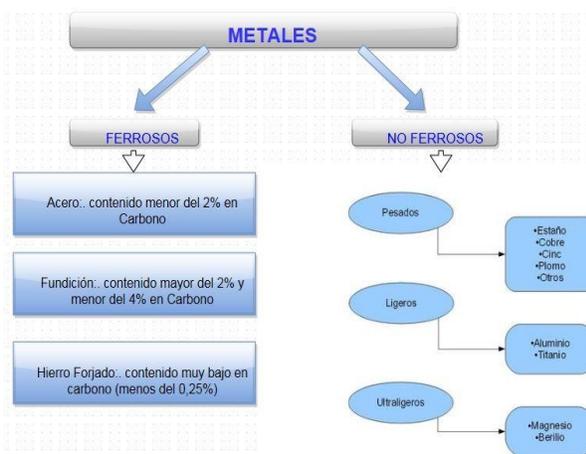


Figura 14. Diagrama de bloques clasificación de metales. Fuente: Elaboración propia.

Para fortalecer el impacto de este desarrollo se ha creado también un carrito muy simple que tiene el objetivo de que sea manufacturado muy ágilmente, lo que da paso a un diseño sencillo que no requiere de un amplio conocimiento en diseño.

La Figura 15 muestra las medidas de este mecanismo móvil y en la Figura 16 se observa ya un diseño del robot referido más detallado hecho con el apoyo de Solidworks.

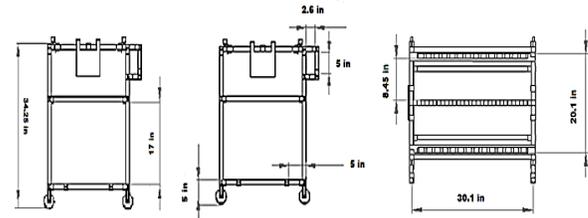


Figura 15. Medidas del prototipo de meserobot. Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Diseño del meserobot. Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo tecnológico de un Semáforo inteligente.

Asegurar que tanto los vehículos como los patones puedan transitar por una ciudad de la forma más cómoda, segura y rápida posible representa hoy en día un reto que debe enfrentarse y resolverse de manera prioritaria.

Problemática: Los conductores y peatones conviven en las grandes ciudades y sus

actitudes son determinantes ante la posibilidad de evitar gran parte de los accidentes de tráfico que se producen en nuestro país. Hoy sabemos que México es el 9º lugar mundial en muertes por accidentes de tránsito [8].

Aplicación: En este desarrollo se propone la construcción de un semáforo inteligente que permita de manera autónoma controlar el tráfico de los automóviles y peatones en una ciudad. Consideramos que de esta manera se contribuye en la disminución de accidentes relacionados con el descontrol del tráfico. Se propone una funcionalidad del semáforo como se expresa en la Figura 17 [9].

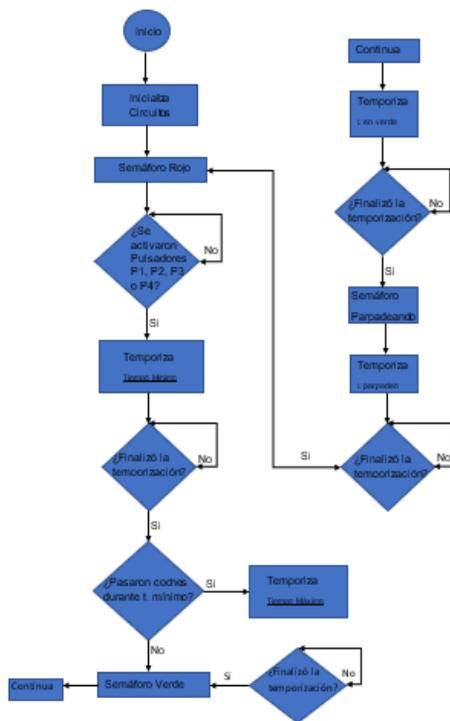


Figura 17. Diagrama de flujo relacionado con el funcionamiento del semáforo inteligente. Fuente: Elaboración propia.

Este diagrama de flujo representado en la Figura 17 se implementó mediante algoritmos programados. Para desarrollar este esquema

se utilizaron 2 tipos de programas y en un principio fue desarrollado en RS Logix 5 (cabe decir que esta herramienta se utiliza para la Familia de los PLC'S 5) y luego se adaptó para RS Logix 500 (cabe decir que esta herramienta se utiliza para la Familia de los PLC'S micros, también conocidos como Micro Logix 1000 y para los SLC 500), ya que no hay mucha diferencia y para la simulación se usó Wonderware. Los íconos comerciales de las herramientas RS Logix 5, RS Logix 500 y Wonderware se muestran en la Figura 18 [7].

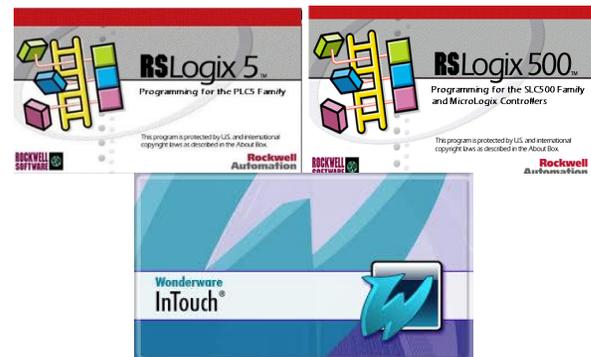


Figura 18. Herramientas RS Login 5, RS Login 500 y Wonderware. Fuente: Elaboración propia, fotos tomadas a las aplicaciones.

Para la programación del semáforo propuesto se requiere tener conocimientos previos respecto a la manera de utilizar las herramientas referidas en la Figura 18 y su estructura, además se necesita conocer la manera de conectarse a los PLC's ya que estos se entrelazan por medio de HMI (Interfaz Hombre-Máquina). Para realizar esto fue necesario tener dos archivos uno exclusivamente para los semáforos vehiculares y otro específicamente para los peatones (Figura 19), para luego unirlos secuencialmente y poder tener una lógica coherente, esto siempre y cuando se declare previamente cuáles son las entradas y salidas.

Nuestro sistema de control de semáforos consta de tres bloques: la etapa temporizada,



la etapa de lógica secuencial y la etapa de la decodificación de estados. A través del bloque de decodificación de estados es posible medir e incluso variar la duración del tiempo entre cada semáforo y los semáforos peatonales como se observa en la Figura 20 a través de la cual se observa que podemos tener 3 combinaciones para cada uno de los semáforos.

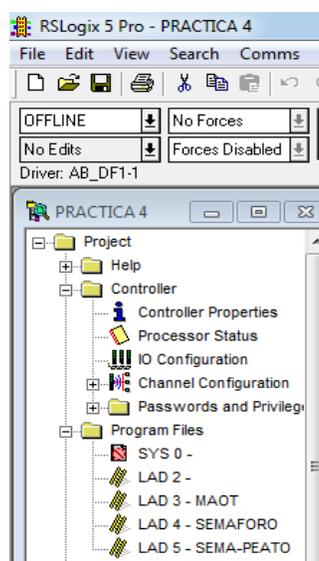


Figura 19. Archivos para semáforo vehicular y peatón. Fuente: Elaboración propia.

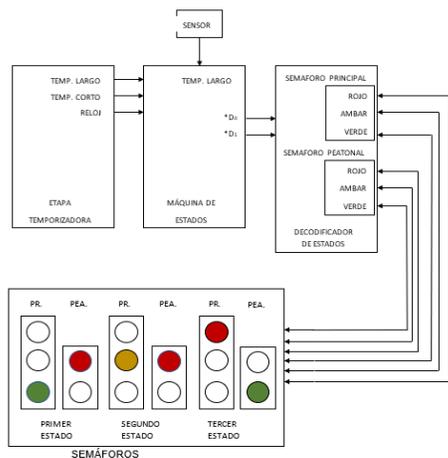


Figura 20. Control de semáforos. Fuente: Elaboración propia.

Programación de los semáforos: Para la programación del semáforo inteligente con paso peatonal, simplemente hay que tener conocimiento previo, ya que el programa es en escalera y secuencial, es decir, se requieren conocimientos para saber cómo emplear las compuertas AND, OR, y saber enclavar y desenclavar una entrada o salida, etc., ya que en estas instrucciones se basa el uso de la herramienta de software referida (ver Figura 21).



Figura 21. Instrucciones para la programación. Fuente: Elaboración propia.

Simulación de semáforos: En esta sección se describe que cada semáforo tiene un interruptor para accionar el paso peatonal (Figura 22).

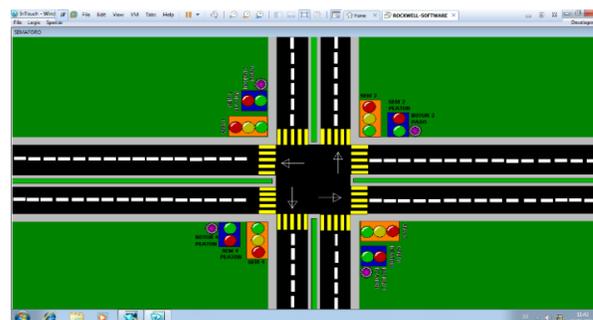


Figura 22. Instrucciones para la programación. Fuente: Elaboración propia.

El peatón debe cruzar en un determinado tiempo, en cuanto termine dicho tiempo debe seguir con la secuencia en la que se quedó el sistema de semáforos cuando fue accionado por el peatón (Figura 23).

Para poder crear esta simulación es importante de igual manera tener conocimiento previo sobre el software Wonderware para colocar las

entradas y salidas. Una vez obtenido todo lo anterior la función de podernos conectar a través de HMI consiste en mostrar información operativa en tiempo real y casi en tiempo real; además la herramienta nos proporciona gráficos de procesos visuales que aportan significado y contexto a los estados que se requieran entre otros parámetros del proceso. La conexión a través del HMI traduce variables de procesos complejos en información útil y procesable, todo depende de lo que necesitemos realizar [8][9].

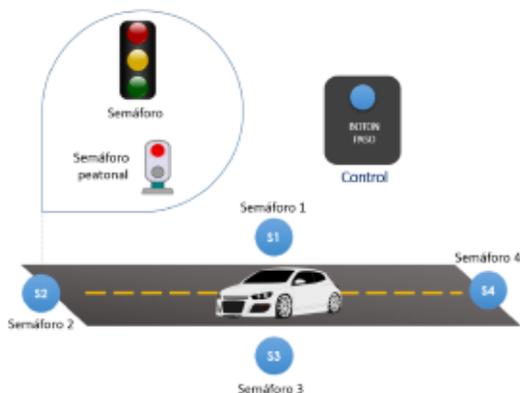


Figura 23. Diagrama para semáforo vehicular y peatón. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Dado que existen nuevas aportaciones y mejoras a la industria tecnológica es viable crear nuevas posibilidades de mejorar el estilo de vida humana resolviendo las problemáticas de la sociedad para que su convivencia sea más segura, cómoda y rápida en la medida de lo posible. Con base en las observaciones realizadas es importante para los compradores o vendedores e incluso para los involucrados en los proyectos tecnológicos que adquieran desde una perspectiva internacional una amplia descripción de los procesos que se aplican al momento de desarrollar una nueva tecnología, así como que tengan conocimiento respecto a los materiales que se usan y usarán en el futuro. En el caso de estos desarrollos tecnológicos, hay muchas consideraciones que

aún se deben de tratar con más tiempo. Sin embargo con un mayor acceso a cierta información confidencial y estudio que involucrará diversas disciplinas es posible que las herramientas desarrolladas en este trabajo puedan ser realmente implantadas para beneficio e impacto de la sociedad mexicana. Es importante entender que estos proyectos refieren a grandes necesidades sociales que indudablemente al momento de su implantación nos facilitarían muchas actividades y harán que nuestra vida sea más segura, más cómoda, más saludable y que por lo tanto incremente nuestra esperanza de vida gradualmente conforme tengamos más herramientas que nos ayuden en nuestras diversas actividades cotidianas.

BIBLIOGRAFÍA

[1] R. G. Gallager. *Principles of Digital Communication*. New York: Cambridge University Press, 2008.

[1] A. R. Riego. (2016, 2 febrero). *Primeros pasos con App Inventor 2*. Disponible en:

<http://codigo21.educacion.navarra.es/autoaprendizaje/primeros-pasos-con-app-inventor-2/>

[2] *Programo Ergo Sum*, M. Á. A. (2017b, 26 diciembre). *¿Qué es AppInventor? - Curso de introducción a la programación de apps con AppInventor*. Disponible en:

<https://www.programoergosum.com/cursos-online/appinventor/27-curso-de-programacion-con-app-inventor/primeros-pasos>.

[3] A. Benson (2016), *Robot Lucy at your service at newly opened Rong Figura 8. Mini prototipo de Verónica*.

[4] *Heng Seafood, The Strait Times Lifestye*,



<http://www.straitstimes.com/lifestyle/food/robot-lucy-at-your-service> [Accessed 16 Mar 2016]

[5] L. C. Lih. and H. Y. Shin, *Modeling and Adaptive Control of an Omni- Mecanum-Wheeled Robot, Intelligent Control and Automation, 4*, 166-179. Saavedra Vera, J. (2013). Disponible en:

http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/semana_1_propiedades_de_los_materiales.pdf

[6] [INTRODUCCIÓN A SOLIDWORKS]. (2014). Disponible en:

https://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS_Introduction_ES.pdf

[7] *Curso Básico de Intouch 10.1, Wonderware, ABM soluciones integrales SA de C.V. Agosto, 2011.*

[8] M. M. Anoroza. *Proyecto de Investigación: Semáforos Inteligentes.* Disponible en:

http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/semáforos_inteligentes.pdf

[9] M. C. Patiño, *Tesis Uso De La Simulación Para Mejorar La Movilidad Vehicular En Los Cruceros De Calzada De Tlalpan Y Renato Leduc Con La Lateral De Periférico, México, D.F. Enero 2016*



Creación de una herramienta basada en inteligencia artificial para ayudar a personas sordas

Hernández Cárdenas Alberto¹, Eduardo Vázquez Santacruz²

alberto10pumas@gmail.com
evazquez.santacruz@izt.uam.mx

Contacto:
evazquez.santacruz@izt.uam.mx
+52 55 1278 1948

Área temática: **Inteligencia Artificial**

¹Hernández Cárdenas Alberto. Estudiante Preparatoria. Instituto Politécnico Nacional;
²Eduardo Vázquez Santacruz, Doctorado, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana.

RESUMEN: Hoy en día aún con toda la tecnología que existe, sigue siendo difícil poderse comunicar con personas con incapacidad auditiva, por ello y entre otras cosas se decidió crear una herramienta que pueda ayudar a personas que poseen esta incapacidad auditiva a poder comunicarse. En resumen esta herramienta traduce lo que una persona habla a un video con lenguaje de señas y viceversa, esto no solo ayuda a que puedan comunicarse dos personas con distintas capacidades auditivas, sino que también ayuda a que las personas que no tienen esta incapacidad auditiva puedan aprender lenguaje de señas.

Esta herramienta nos permite dar un primer acercamiento a lo que eventualmente podría ser una herramienta mucho más sofisticada que proporcione una respuesta más rápida, más precisa y completa, con una interfaz gráfica sea más entendible y fácil de usar.

Para la creación de esta herramienta se utilizó el lenguaje de programación Python y Visual Studio Code el cual nos brinda ayuda para la creación de código y depuración rápido y sencilla.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial, Sordos, incapacidad auditiva, Visual studio Code.

ABSTRACT: Nowadays, even with all the technology that exists, it is still difficult to communicate with people with hearing disabilities, for this reason and among other things it was decided to create a tool that can help people who have this hearing disability to be able to communicate. In summary, this tool translates what a person speaks to a video with sign language and vice versa, this not only helps two people with different hearing abilities to



communicate, but also helps people who do not have this hearing disability to be able to learn sign language.

This tool allows us to give a first approach to what could eventually be a much more sophisticated tool that provides a faster, more accurate and complete response, with a graphical interface that is more understandable and easy to use.

For the creation of this tool, the Python programming language and Visual Studio Code were used, which gives us help for the creation of code and quick and easy debugging.

KEYWORDS: Artificial Intelligence, Deaf, hard of hearing, Visual studio Code.

INTRODUCCIÓN (título mayúscula)

Desarrollar un programa para que personas con discapacidad sorda puedan comunicarse con personas oyentes y mantener una conversación cómoda. Para comunicarse las dos personas, el oyente debe de hablar y por medio del programa detecta las palabras, mostrando un video en lenguaje de señas mexicanas de la palabra dicha, así la persona sorda pueda visualizar y entender lo que la otra persona habló.

El programa se realizará con el lenguaje de programación Python y con un editor de texto llamado Visual Studio Code el cual nos brinda ayuda para la creación de código y depuración rápido y sencilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

Planteamiento del problema.

Realizar un prototipo de software de aplicación con una finalidad de traductor de voz a lengua

de señas mexicanas para comunicarse con personas sordas.

- Expandir los conocimientos de programación para la ejecución de reconocimiento de voz.
- Enseñar el lenguaje de señas para personas que no comprenden o no entienden y quisieran aprender a comunicarse por señas.
- Incluir a personar sordas a una conversación con personas oyentes que no saben señas.

Planteamiento del problema.

Se realizó una programación en el lenguaje Python, porque es multiparadigma lo que se puede realizar distintos programas y hacerlos funcional, nos ahorra muchas líneas de programación y, por último, nos ahorra tiempo y recursos, adecuando para la estancia corta del Programa Delfín. Además, existen bibliotecas proporcionadas por Python, por lo que se usaron diferentes librerías para mejorar el programa. En mi opinión, Python es simple y sencillo de aprender, también existe mucha información y videos acerca de la programación de Python lo que me ayuda a comprender más este lenguaje.

También se utilizó el editor de código fuente Visual Studio Code, ya que "Es compatible con varios lenguajes de programación y un conjunto de características que pueden o no estar disponibles para un lenguaje dado"[1].

Por último, se usó la interfaz gráfica de Tkinter porque es compatible con Python y es el que viene por defecto en Windows. Igualmente es sencillo de programar y aprender a usarlo, Tkinter es liviano y relativamente sencillo de usar en comparación con otros marcos. Esto lo convierte en una opción atractiva para crear aplicaciones GUI en Python, especialmente para aplicaciones donde no es necesario un



brillo moderno, y la principal prioridad es crear algo que será funcional y multiplataforma rápidamente.

Una vez completando las propiedades del video, se aplicaron condiciones las cuales identificamos como "IF". En esta condicional se tiene el siguiente enunciado: Sí en la palabra aparece un HOLA, reproducir el video llamado "HOLA"; sí aparece un ESTÁS, reproducir el video llamado "ESTÁS". Así consecutivamente para todas las palabras, véase Figura 1.

```
if 'hola' in rec:
    print(__name__ == "__hola__")
    hola()
elif 'estás' in rec:
    print(__name__ == "__estás__")
    estás()
```

Figura 1. Condicionales dentro de la programación, muestra de cómo esta escrito y como detectará la voz al Sistema para ejecutar el video entrante. Fuente: elaboración propia.

Reconocimiento de Voz.

En esta sección describiré la forma, la manera y daré ejemplos de cómo es que funciona. Para que la voz sea reconocida por el programa, se importa una librería que utiliza el reconocimiento de voz de Google, por lo que es sencillo que el programa reconozca las palabras; sobre estas palabras es que se ejecutaran los videos a mostrar. Google tiene una gran API de reconocimiento de voz; esta API convierte texto hablado (micrófono) en texto escrito (cadenas de Python), brevemente Speech to Text, véase Figura 2. Simplemente puede hablar en un micrófono y la API de Google lo traducirá en texto escrito.

```
voice = listener.listen(source)
rec = listener.recognize_google(voice, language='es-MX')
rec = rec.lower()
print(rec)
```

Figura 2. Formato en que el sistema reconocerá la voz y en idioma español latino. Fuente: elaboración propia.

En la voz debemos de colocar que se tratan de palabras en español, para que no se confunda, el programa, con otro idioma.

De igual manera hice que, cuando la interfaz gráfica se esté abriendo, una voz nos hable diciendo "Abriendo"(véase Figura 3.), esto para dar a la persona oyente la ejecución del programa:

```
engine.say("Abriendo...")
engine.runAndWait()
```

Figura 3. Formato en programación para que se escuche una voz diciendo "Abriendo...". Fuente: elaboración propia.

Ejemplos de cómo detecta la voz y la muestra en la sección Terminal:

```
Escuchando...
ejemplo
```

```
Escuchando...
buenos días
```

```
Escuchando...
ven a comer
```

Figura 4. Muestra de los ejemplos para el reconocimiento de voz..

Pruebas

Como muestra de que esta condicional funciona, mostraré como lo ejecuta el sistema con sus 2 partes.

1. Interfaz gráfica. Véase Figura 5.



Figura 5. Muestra de la interfaz gráfica. Fuente: elaboración propia.

2. Reconocimiento de voz. Véase Figura 6.

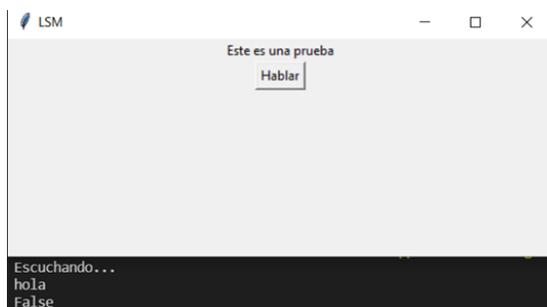


Figura 6. Muestra de la reproducción de video.
Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

Reproducción del video con la interfaz gráfica y las condicionales, de igual forma, el reconocimiento de voz, véase Figura 7.



Figura 7. Resultados del sistema propuesto. Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

Ser una persona, con una discapacidad auditiva, crea barreras de comunicación con la mayor parte de nuestro entorno, como lo pueden ser conversaciones, ir al cine, escuchar música, entre otras; resulta difícil participar en la sociedad como un “persona común”. El software que se desarrolló en esta estancia es de mucha importancia para mujeres y hombres sordos, ya que podemos ser inclusivos y cooperar en la comunicación con estas personas.

No tener conocimientos sobre el lenguaje de señas también dificulta la comprensión, teniendo en cuenta que necesitan de servicios públicos; la aplicación funciona, tanto para la persona sorda, como la persona oyente, ya que aprende a hablar en lengua de señas. Aunque es una pequeña aportación para destruir las barreras de comunicación, es funcional y participativo querer comunicarse, comprender, y sentir a personas que no se pueden comunicar fácilmente.

El software tiene disponibilidad de ampliarse, mejorar su programación, generar una interfaz gráfica más llamativa y atractiva. Una idea para mejorar el sistema es, implementar una sección de escribir donde la persona sorda podrá responder a través de la escritura.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Discapacidad*, «Lengua de Señas Mexicana (LSM),» 10 Agosto 2016. [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/conadis/articulos/lengua-de-senas-mexicana-lsm?idiom=es>. [Último acceso: 17 07 2021].
- [2] P. VALDEZ, «Dilo con Señas, una app para aprender el lenguaje inclusivo,» MILENIO, 03 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.milenio.com/tecnologia/dilo-senas-app-ayudar-ninos-sordera>. [Último acceso: 19 Junio 2021].
- [3] *Píldoras Informáticas*, «Curso Python. Interfaces gráficas I. Vídeo 42,» YouTube, 31 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=hTUJC8HsC2I>. [Último acceso: 20 Julio 2021].
- [4] *Grupo 50*, «Python Tkinter,» 03 Noviembre 2010. [En línea]. Available: <https://www.academia.edu/15210965/Manu>



al_interaz_grafica_en_python_tkinter.
[Último acceso: 21 Julio 2021].

[5] OMES, «GUI con Tkinter y OpenCV en Python | Videos », YouTube, 27 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=cwSZwqVhrkU&t=456s>. [Último acceso: 21 Julio 2021].

[6] Anónimo, «El lenguaje de señas, un componente clave para los derechos de las personas sordas,» Human Rights Watch, 23 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.hrw.org/es/news/2018/09/23/el-lenguaje-de-senas-un-componente-clave-para-los-derechos-de-las-personas-sordas>. [Último acceso: 25 Julio 2021].





Análisis del proceso de la producción de tortillas de maíz en una Tortillería del municipio Misantla, Veracruz, un enfoque estadístico

José David Méndez Villa¹, Mayra Lizeth Méndez Oloarte², Janice Sánchez Landa³, Lorena Ivette Candanedo Jácome⁴, Yodaira Borroto Pentón⁵

212t0024@itsm.edu.mx
212t0017@itsm.edu.mx
212t0032@itsm.edu.mx
212t0031@itsm.edu.mx
yborrotop@itsm.edu.mx

Contacto:

212t0024@itsm.edu.mx
2351088724

Área temática: **Optimización de procesos**

¹José David Méndez Villa, Ingeniero industrial y Maestrante en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, campus Misantla.

²Mayra Lizeth Méndez Oloarte, Ingeniera industrial y Maestrante en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, campus Misantla.

³Janice Sánchez Landa, Ingeniera industrial y Maestrante en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, campus Misantla.

⁴Lorena Ivette Candanedo Jácome, Ingeniera industrial y Maestrante en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, campus Misantla.

⁵Yodaira Borroto Pentón, Doctora en Ciencias Técnicas, área de Adscripción Academia de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México, campus Misantla.

RESUMEN: Uno de los principales alimentos de los mexicanos es la tortilla de maíz, producto de alta demanda que requiere en su proceso de elaboración la aplicación de normas oficiales de proceso y del producto. El presente estudio se realiza en una tortillería de Misantla, Ver. donde están identificadas algunas de las características medibles del producto, pero no se realizan inspecciones de calidad durante el proceso, no existiendo control de la calidad del mismo. Se presenta aquí un estudio estadístico, de las variables diámetro, peso y grosor de las tortillas que

se producen en la máquina tortilladora No.2, una de las máquinas que intervienen en dicho proceso.

Este estudio permitió realizar un análisis descriptivo e inferencial, verificando el cumplimiento de las especificaciones establecidas para el valor esperado de las variables estudiadas y constituye el primer paso en la medición de la calidad del producto final; contribuyendo a la mejora en el proceso de elaboración de la tortilla con la ayuda de herramientas ingenieriles. El diámetro y el grosor de las tortillas cumple con las especificaciones



establecidas para el valor esperado de estas variables, no siendo así para el peso medio de las mismas.

PALABRAS CLAVE: *Estudio estadístico, variables, proceso, producción, tortilla.*

ABSTRACT: One of the main foods of Mexicans is the corn tortilla, a product of high demand that requires in its elaboration process the application of official process and product standards. This study is carried out in a tortilla factory in Misantla, Ver. Where some of the measurable characteristics of the product are identified, but no quality inspections are carried out during the process, and there is no quality control. A statistical study of the variables diameter, weight and thickness of the tortillas produced in tortilla machine No.2, one of the machines involved in said process, is presented here.

This study allowed a descriptive and inferential analysis to be carried out, verifying compliance with the specifications established for the expected value of the variables studied and constitutes the first step in measuring the quality of the final product; contributing to the improvement in the tortilla making process with the help of engineering tools. The diameter and thickness of the tortillas meet the specifications established for the expected value of these variables, not being the case for their average weight.

KEYWORDS: *Statistical study, variables, process, production, tortilla.*

INTRODUCCIÓN

La tortilla de maíz es un alimento de suma importancia en la alimentación de la población en México, desde tiempos prehispánicos, es considerada fuente principal de calorías y proteínas en zonas rurales y personas de bajos recursos [1,2].

El mejoramiento del proceso de producción de la tortilla que se lleva a cabo, y se presenta un estudio inicial del mismo, se enmarca en el Programa Nacional Estratégico (PRONACE) de Soberanía Alimentaria [3] y responde a una necesidad explícita de la gerencia de la tortillería donde se realiza el estudio.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural en Boletín bimestral emitido por la Dirección de Análisis Estratégico reporta que el consumo de maíz blanco en México en el ciclo 2020/21 se estimó en 19 millones 35 mil toneladas, de ellas 967 mil toneladas dedicadas a la exportación, el precio de la tortilla en 15.6 pesos el kg (4.6 % del incremento del precio del año anterior). En comparativos mensuales el precio medio rural del grano presentó una reducción de 0.2 %, el precio de la tortilla se redujo 1% y el costo del grano al mayoreo aumentó 0.5 % [4]. En este contexto se lleva a cabo este estudio.

A pesar de que la norma mexicana "NOM-187-SSA1/SCFI-2002 rige el proceso de elaboración de la tortilla en México [5,6] y es de observancia obligatoria en el territorio nacional para las personas físicas o morales que se dedican a su proceso e importación, no es de dominio y uso en el establecimiento donde se realiza el estudio. Se ha señalado, además, la necesidad de la actualización de la misma [5]. En la tortillería a estudiar no se cuentan con normas oficiales establecidas en el proceso de producción ni del producto, la venta y distribución del producto es a nivel local y no se cuenta con certificaciones de organismos autorizados (certificación del producto, del proceso, del sistema de gestión de calidad). No se lleva a cabo el control de calidad en las operaciones del proceso, los métodos y procedimientos de trabajo no están documentados, existen en la mente y dominio del gerente de la tortillería y transmitido a los operarios del proceso a través del intercambio durante el proceso, se cuenta con dos máquinas tortilladoras, de 120 kg/hora y 70 kg/hora respectivamente. Para este estudio se analizó la segunda máquina con capacidad de

70 kg/hora, con el fin de realizar un estudio estadístico de variables del proceso de producción de la tortilla que contribuya al mejoramiento continuo del proceso [7], las producciones de tortillas defectuosas, refieren que, como promedio son de un 10 % siendo el tipo de defecto más común identificado el doblez de la tortilla que responde a las características del producto en cuanto a forma. El producto defectuoso es reprocesado, constituyendo esto pérdidas del proceso. Las características medibles del proceso, del producto no están identificadas en su totalidad, por consiguiente, no se conocen los puntos de control para las inspecciones de calidad del producto.

MATERIAL Y MÉTODOS

VARIABLES A ESTUDIAR

Las variables a estudiar en el presente trabajo son el diámetro(cm), grosor(mm) y peso(gr), de las cuales se comparan con las medidas establecidas por las características de la máquina y el disco de corte de la misma, aunque la tortillería cuentan con dos máquinas tortilladoras marca Celorio para efectos de este estudio estadístico de variables se analiza la tortilladora marca Celorio modelo 70 KS, la cual tiene una producción aproximada de 2000 tortillas por hora o 70 kg/hora, de acuerdo con el gerente el disco de corte que se usa proporciona un diámetro de la tortilla de 14cm, un peso de 25 gr y un grosor de 1 mm, dicha información es del conocimiento de los operarios. Para la medición de las variables se hizo uso de una báscula gramera marca Truper para el peso, y un vernier digital para el diámetro y grosor.

El diseño muestral parte de la delimitación del tamaño de la muestra para lo cual se realiza un estudio piloto, puesto que no se tienen datos históricos del proceso. Se tomaron inicialmente 5 tortillas del proceso de producción, se realizó la medición del diámetro, el grosor y el peso de las tortillas.

Con estos datos se calculó la media y la desviación estándar de cada variable respectivamente y el intervalo del 95% de confianza para la media poblacional de cada variable, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: intervalo del 95% de confianza para la muestra piloto.

Muestra	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
Diámetro	5	13.889	0.519	0.232	(13.244; 14.534)
Grosor	5	1.1280	0.1559	0.0697	(0.9344; 1.3216)
Peso	5	24.000	1.225	0.548	(22.479; 25.521)

μ : media de Diámetro; Grosor; Peso

Fuente: *Elaboración propia obtenida de Minitab.*

Con la desviación estándar que arroja la tabla 1 para cada variable, se procede a realizar el cálculo del nuevo tamaño de muestra para el diámetro y el peso, resultando $n= 29$ para el diámetro y $n= 147$ para el peso de la tortilla dada su variabilidad en la muestra inicial. Se decide trabajar con una muestra de 30 tortillas en el estudio dada la limitante sobre la extracción de la tortilla del proceso y la falta de autorización para tomar una muestra mayor.

La obtención de la muestra se realizó mediante un muestreo sistemático a partir de la tercera hora de trabajo de la jornada laboral de 8 horas, se tomó la muestra inicial y se anotó la hora exacta, después con una frecuencia de 5 minutos se fue tomando la siguiente muestra hasta obtener las 30 requeridas, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Mediciones de las variables Diámetro, Grosor y peso.

Número de muestra	Diámetro (Cm)	Grosor (mm)	Peso (kg)
1	14.663	0.91	26
2	13.958	0.98	25
3	14.055	1.15	26
4	13.405	0.97	25
5	14.119	0.90	25



6	14.064	0.93	26
7	13.808	1.02	26
8	14.263	1.11	25
9	14.035	1.12	26
10	14.152	0.84	26
11	13.782	1.09	25
12	14.967	0.93	28
13	13.748	1.08	21
14	14.377	0.92	26
15	14.362	0.83	26
16	13.833	1.00	26
17	14.260	1.11	25
18	14.212	1.08	26
19	14.301	0.99	26
20	14.292	0.96	24
21	14.220	0.99	26
22	14.015	0.91	25
23	14.476	1.15	23
24	14.188	1.28	26
25	14.304	0.99	24
26	14.406	1.12	26
27	13.879	1.31	25
28	13.706	0.91	25
29	14.298	1.09	27
30	13.323	1.01	24

Fuente: Elaboración propia.

Obtenida la muestra $n=30$ se realiza un análisis descriptivo y se utilizan las estimaciones y pruebas de hipótesis correspondientes para comprobar el cumplimiento de las especificaciones para cada una de las variables estudiadas. Previo a la realización de las inferencias estadísticas a realizar, se verifica el cumplimiento del supuesto de normalidad, contenido en el planteamiento de la hipótesis nula: la variable estudiada se distribuye según una distribución Normal.

RESULTADOS

En el procesamiento estadístico de las variables que aquí se estudian para caracterizar el proceso de producción se utilizó el software Minitab 2018.

1. Análisis descriptivo.

La tabla 3 muestra de forma resumida los resultados de los estadísticos descriptivos obtenidos del estudio.

Tabla 3: Resumen de estadísticos descriptivos de las variables.

Variable	Diámetro (cm)	Grosor (mm)	Peso (gr)
Media	14.116	1.0227	25.333
Error estándar de la media	0.0625	0.0213	0.232
Desviación estándar	0.342	0.1167	1.269
Varianza	0.117	0.0136	1.609
Coefficiente de variación	2.42	11.41	5.01
Mínimo	13.323	0.83	21
Q1	13.868	0.9275	25
Mediana	14.17	0.995	26
Q3	14.302	1.11	26
Máximo	14.967	1.31	28
Rango	1.644	0.48	7
IQR	0.434	0.1825	1
Moda	*	0.91, 0.99	26
Número para moda	0	3	14
Asimetría	-0.15	0.61	-1.34
Curtosis	0.93	0.23	4.08

Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Diámetro

Analizando los datos que se muestran en la tabla 3 se observa que el diámetro medio de las tortillas es de 14.116 cm, así mismo, que el 50% de producción de las mismas tiene un diámetro de 14.17 cm, a través del coeficiente de variación se puede analizar la varianza y la desviación estándar, mismo que refleja un valor de 2.42%, valor que indica que las medidas de los diámetros no se encuentran tan dispersos respecto a la media.

A continuación, se presentan los siguientes gráficos para analizar el comportamiento y distribución del diámetro. La figura 1 muestra el histograma que permite visualizar que la mayor



cantidad de tortillas tienen un diámetro entre un intervalo de 14.1 cm a 14.3 cm, así como que el número de tortillas con diámetro mayor a 14.9 cm es mínimo.

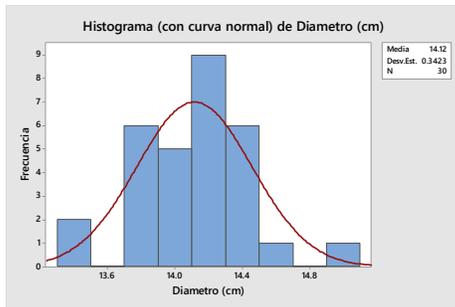


Figura 1: Histograma con curva normal de diámetro.
Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

La figura 2 es la gráfica de caja y bigotes y muestra los valores de los cuartiles Q1 = 13.86 cm, Q2= 14.17cm y Q3= 14.30 cm, la caja demuestra que la medida de los diámetros se encuentra más concentradas del cuartil dos al tres.

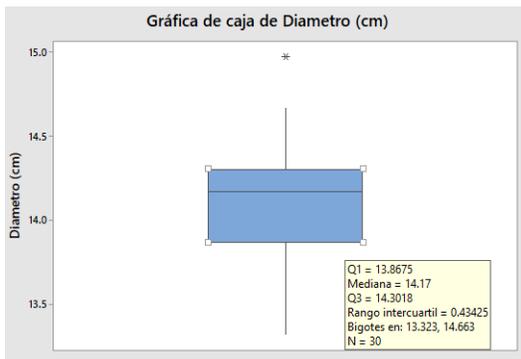


Figura 2: Gráfica de caja del diámetro.
Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

La figura 3 muestra la distribución de los datos. A través de la tabla 3 se demuestra que el promedio del grosor de las tortillas es de 1.0227 mm, así como que el grosor de tortillas más común es de 0.91mm y 0.99mm, también nos muestra que el 50% de las tortillas tiene una medida de 0.99 mm, el coeficiente de

variación es del 11.41% lo que indica que los valores del grosor de la tortilla no se encuentran tan dispersos respecto a la media presentada.

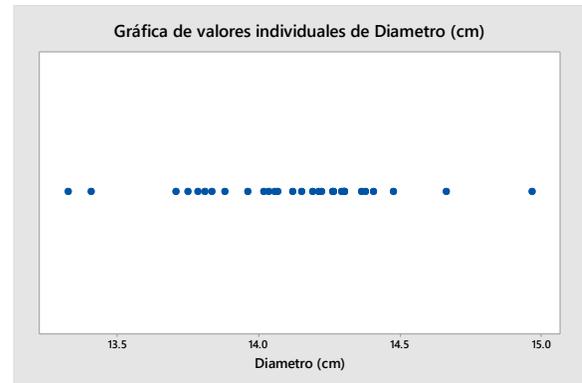


Figura 3: Gráfica de valores individuales diámetro.
Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab
Grosor

A través de los siguientes gráficos se analiza el comportamiento y distribución de la variable estudiada.

La figura 4 muestra el histograma que permite visualizar que la mayor cantidad de tortillas poseen un grosor en un intervalo de 1.075mm a 1.125mm, así como que el número de tortillas que se producen con un grosor mayor a 1.275 mm son mínimas.

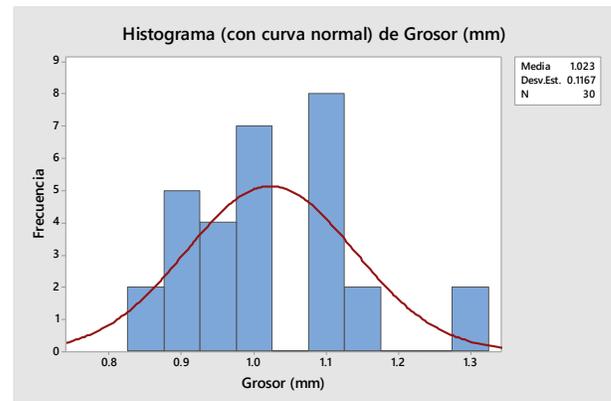


Figura 4: Histograma con curva normal grosor.
Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.



A través de la gráfica de caja y bigotes que se muestra en la figura 5 podemos observar los valores que representan el 25%, 50% y 75% de la muestra $Q1 = 0.9275$ mm, $Q2 = 0.995$ mm y $Q3 = 1.11$ mm respectivamente, a través de la caja se puede apreciar que las medidas del grosor de las tortillas se encuentran más concentradas del cuartil uno al dos. Además, también se puede apreciar que la tortilla más delgada que se produce tiene una medida de 0.83 mm y que por el contrario la más gruesa tiene una medida de 1.31 mm.

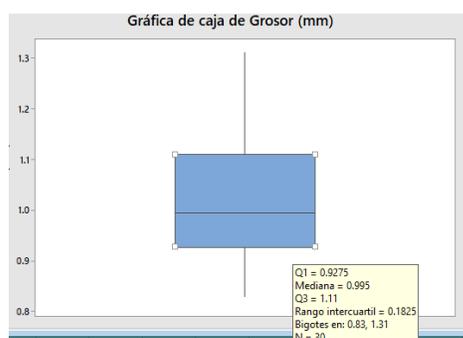


Figura 5: Histograma con curva normal grosor.
Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

La gráfica de valores individuales que se presenta en la figura 6 muestra la distribución del conjunto de datos.

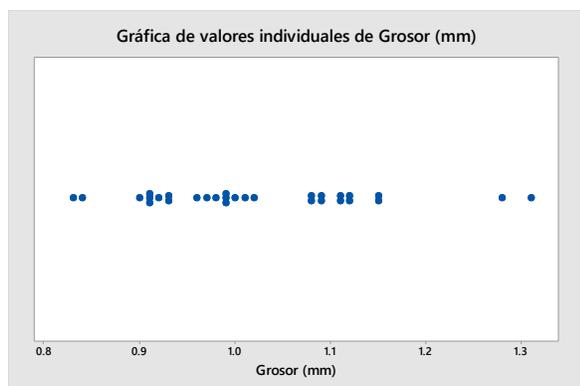


Figura 6: Gráfica valores individuales grosor.
Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Peso

Analizando los datos de la tabla 3 se muestra que el peso promedio de las tortillas producidas es de 25.33 gr, el 50% de la producción de las mismas tienen un peso de 26 gr, siendo esta la medida más común para el peso de las tortillas. El coeficiente de variación nos muestra un porcentaje de 5.01% lo cual indica que el grosor está mínimamente disperso respecto a la media.

Para analizar de forma visual el comportamiento de los datos, a continuación, se presentan los siguientes gráficos:

A través del histograma presentado en la figura 7 se puede observar que la mayor cantidad de tortillas tienen un peso que oscila entre 25.5 gr y 26.5 gr, y que las tortillas producidas con un peso mínimo 20.5 gr o máximo de 28.5 son muy pocas.

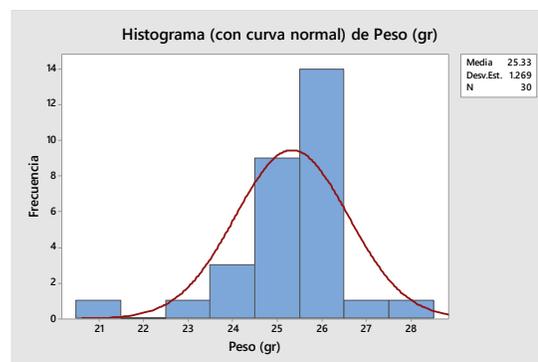


Figura 7: Histograma con curva del peso.
Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab

El gráfico de caja y bigotes de la figura 8 muestra que el 25% de las tortillas elaboradas tienen un peso de 25 gr, y que el 50% y 75% de las mismas tienen un peso de 26 gr, medidas que se encuentran agrupadas, siendo mínima su diferencia. Así mismo muestra que la tortilla elaborada más liviana es de 24 gr, y que la tortilla más pesada es de 27 gr, teniendo como datos atípicos algunas de 21 gr y 28 gr.

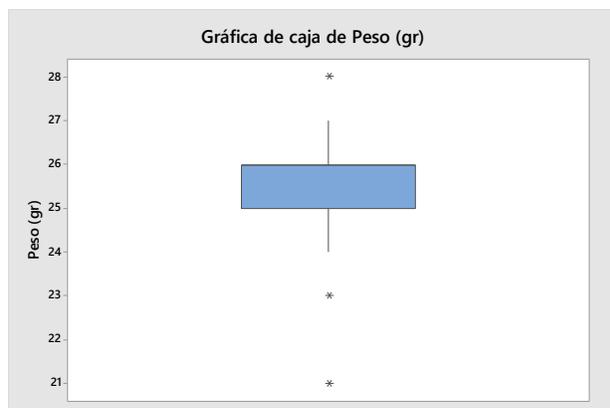


Figura 8: Gráfica de cajas para el peso.

Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

En la figura 9 se puede observar la distribución de los pesos de las tortillas, los cuales tienden a repetirse.

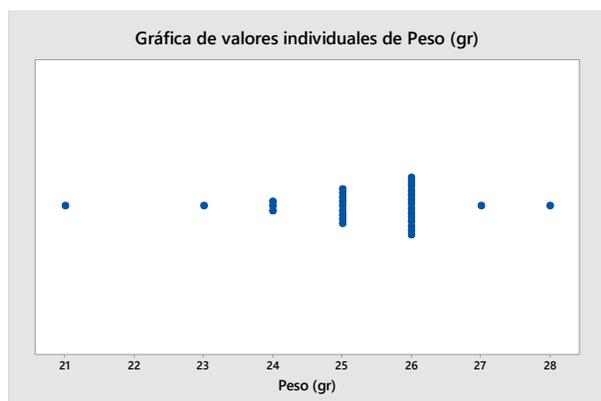


Figura 9: Gráfica valores individuales peso.

Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Se realiza la verificación del supuesto de normalidad para las variables peso, diámetro y grosor, analizando los histogramas, grafica de probabilidad y prueba de hipótesis correspondiente a cada una.

Comenzando con el análisis de normalidad para el peso de la tortilla, analizando el histograma (figura 10) se puede apreciar la distribución de los datos, donde muestra asimetría negativa de -1.34, por lo tanto, es una distribución asimétrica con curtosis de 4.08 el cual es mayor que 0 indicando que es una distribución leptocúrtica.

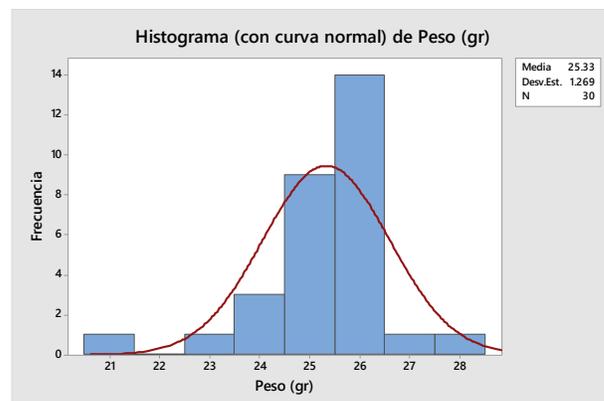


Figura 10: Histograma con curva normal de peso (gr).

Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Analizando la gráfica de probabilidad para la variable peso (figura 11), esta nos indica por la forma en la que se distribuyen los datos que los datos de la variable “peso” de la tortilla no están distribuidos de forma normal.

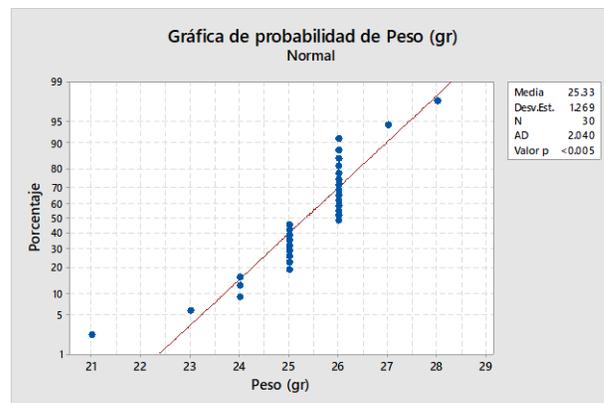


Figura 11: Gráfica de probabilidad de peso (gr).

Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Procediendo a realizar la prueba de hipótesis para comprobar la normalidad de los datos con un nivel de confianza de 95% tenemos que:

H_0 : la variable peso se distribuye de acuerdo a una distribución normal.

H_1 : la variable peso no se distribuyen de acuerdo a una distribución normal.



El valor p (<0.005) es menor que el nivel de significancia (0.05), la decisión es rechazar la hipótesis nula y concluir que los datos no siguen una distribución normal.

Realizando el análisis de normalidad para la variable diámetro de la tortilla, analizando el histograma (figura 12) se puede apreciar la distribución de los datos del diámetro, estos datos muestran asimetría negativa de -0.15 por lo tanto es una distribución asimétrica con curtosis de 0.93 el cual es mayor que 0 indicando que es una distribución leptocúrtica.

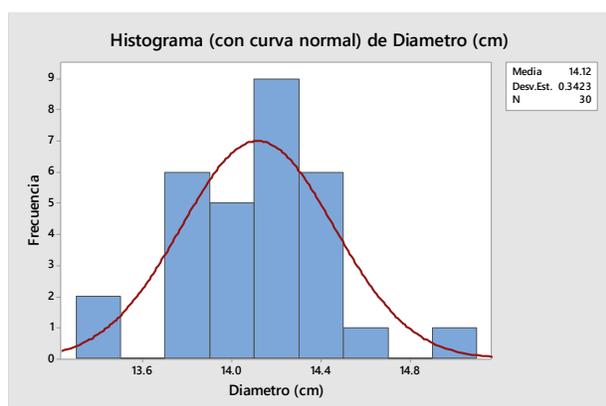


Figura 12: Histograma con curva normal de Diámetro (cm).

Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Analizando la gráfica de probabilidad para la variable diámetro (figura 13), muestra que los datos de peso están distribuidos de manera normal puesto que se distribuyen siguiendo la línea roja.

Procediendo a realizar la prueba de hipótesis para comprobar la normalidad de los datos con un nivel de confianza de 95% tenemos que:

H_0 : Los datos de diámetro se distribuyen de acuerdo a una distribución normal.

H_1 : Los datos de diámetro No se distribuyen de acuerdo a una distribución normal.

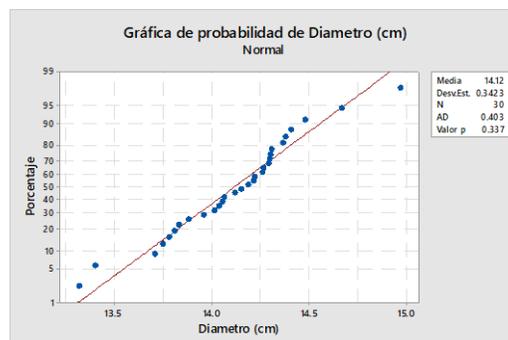


Figura 13: Gráfica de probabilidad de Diámetro (cm).
Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

El valor p (0.337) es mayor que el nivel de significancia (0.05), la decisión es que no se puede rechazar la hipótesis nula. Los datos se distribuyen de manera normal.

Realizando el análisis de normalidad para la variable grosor de la tortilla, en la figura 14 se puede apreciar la distribución de los datos del diámetro, estos datos muestran asimetría negativa de 0.61 por lo tanto es una distribución asimétrica con curtosis de 0.23 el cual es mayor que 0 indicando que es una curtosis leptocúrtica.

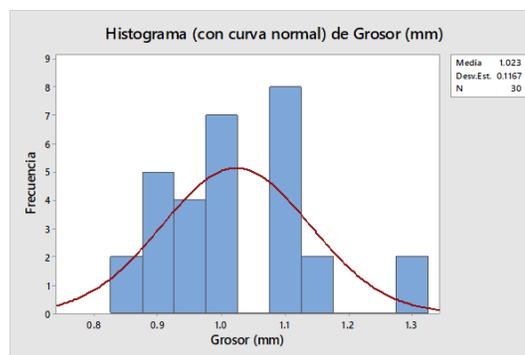


Figura 14: Histograma del Grosor (mm).

Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Analizando la gráfica de probabilidad (figura 15) del grosor de la tortilla esta muestra que los datos del grosor están distribuidos de manera normal alrededor de la media.

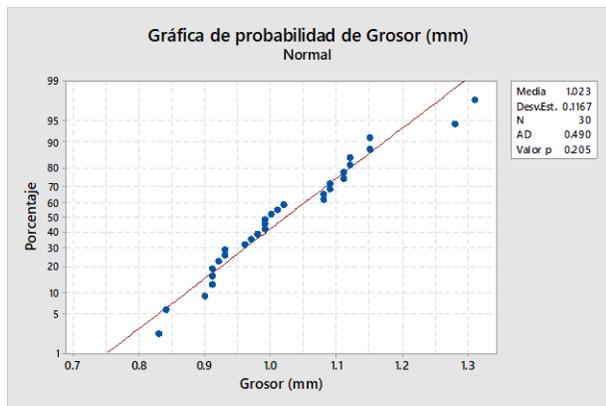


Figura 15: Grafica de probabilidad de Grosor (mm).
Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Procediendo a realizar la prueba de hipótesis para comprobar la normalidad de los datos con un nivel de confianza de 95% tenemos que:

H_0 : Los datos de grosor se distribuyen de acuerdo a una distribución normal.

H_1 : Los datos de grosor No se distribuyen de acuerdo a una distribución normal.

El valor p (0.205) es mayor que el nivel de significancia (0.05), por lo que no se tiene suficiente evidencia para concluir que los datos no siguen una distribución normal.

Se procedió a realizar los intervalos de confianza y prueba de hipótesis para comprobar si se cumple con las especificaciones para la media poblacional, las inferencias estadísticas se realizaron a las variables Diámetro y Grosor de la tortilla pues fueron las variables que de acuerdo a los análisis realizados se distribuyen de acuerdo a una distribución normal.

Comenzando con el análisis con 95% de confianza de la variable Diámetro (tabla 4) con un intervalo de confianza para la media \bar{X} de (13.9879, 14.2435) cm y comparando la media con respecto a la especificación de que el diámetro medio debe ser de 14cm podemos

observar que la especificación del diámetro de la tortilla se encuentra dentro del intervalo de confianza obtenido.

Tabla 4: Intervalo de confianza para la media del diámetro de la tortilla.

N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
30	14.1157	0.3423	0.0625	(13.9879, 14.2435)

μ : media de Diámetro

Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Analizando la tabla 5 se procedió a realizar la prueba de hipótesis con 95% de confianza para comprobar si el diámetro de la tortilla es igual a la especificación dada de 14 cm.

Tabla 5: Prueba de hipótesis para el diámetro de la tortilla.

$H_0: \mu = 14$	
$H_1: \mu \neq 14$	
Valor T	Valor P
1.85	0.074

Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Dado que el valor de p (0.074) es mayor que el nivel de significancia (0.05) por lo que no se tiene suficiente evidencia para concluir que la media es distinta la especificación dada.

Los resultados con 95% de confianza de la variable grosor (tabla 6) con un intervalo de confianza para la media de (0.9791, 1.0662) mm y comparando la media con respecto a la especificación de que el grosor debe ser de 1 mm podemos observar que la especificación del grosor de la tortilla se encuentra dentro del intervalo de confianza obtenido.

Analizando la tabla 7 se procedió a realizar la prueba de hipótesis con 95% de confianza para comprobar si el grosor de la tortilla es igual a la especificación dada de 1 mm.



Tabla 6: Intervalo de confianza para el grosor de la tortilla.

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
30	1.0227	0.1167	0.0213	(0.9791, 1.0662)

Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Tabla 7: Prueba de hipótesis para el grosor de la tortilla.

$H_0: \mu = 1$	
$H_1: \mu \neq 1$	
Valor T	Valor P
1.06	0.296

Fuente: Elaboración propia obtenida de Minitab.

Dado que el valor de p (0.296) es mayor que el nivel de significancia (0.05) por lo que no se tiene suficiente evidencia para concluir que la media es distinta la especificación dada.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos obtenidos y a los análisis realizados se puede concluir con las variables diámetro y grosor con un 95% de confianza que se cumplen con las especificaciones para el diámetro y el grosor medio; sin embargo, para poder analizar correctamente la variable peso se recomienda aumentar el tamaño de la muestra para verificar si se cumple con la especificación para peso promedio.

Se recomienda en próximo estudio incorporar otras variables como son: sabor, olor y color de las tortillas; que no se miden en esta ocasión por las precauciones derivadas del virus SARS-CoV-2; serán catadores quienes evalúen estas variables. Otra recomendación es realizar una comparación con respecto a la producción obtenida en la máquina tortilladora 1 de la empresa para saber si ambas se encuentran trabajando bajo las mismas

especificaciones atendiendo a las variables estudiadas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]Gutiérrez Dorado, R. (2019). Para mejorar la alimentación del mexicano ... Mejorar la calidad de la tortilla ... ahorrando agua y sin contaminar. Octavo Congreso Internacional de Nixtamalización, del almidón a la tortilla. Conferencias orales.
- [2]Rivera Chavira, B. E., Morales Corral, D., Gómez Méndez, M. G. y Nevárez Moorillón, G. V. (2021). Consumo responsable de la tortilla de maíz, una herencia que debemos cuidar. Temas de ciencia y tecnología. Vol. 25. No 73, pp. 9-14. ISSN 2007-0977.
- [3]CONACYT. (2021). Programa Nacional Estratégico de Soberanía Alimentaria. Fecha de consulta: 15 de junio de 2021. URL: <https://conacyt.mx/pronaces/pronaces-soberania-alimentaria/>.
- [4] Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Balanza disponibilidad – consumo maíz blanco. Boletín bimestral emitido por la Dirección de Análisis Estratégico.
- [5] Sainz Trapaga, R. M. (2019). Mercado justo para la tortilla de maíz. Octavo Congreso Internacional de Nixtamalización, del almidón a la tortilla. Conferencias orales.
- [6]NOM-187-SSA1/SCFI-2002. (2011). Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Organización.
- [7] Gutiérrez Pulido, H. y de la Vara Salazar, R. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigmas. (Segunda edición). México: McGraw Hill.



Aplicación de una metodología integrada basada en LCA a una cadena productiva dentro de una empresa avícola mediante la teoría de restricciones

Bobadilla López Perla Esmeralda¹, Hernández Cuervo Brayan Daniel², Rivera Martínez Brenda Emilia³

202t0598@itsm.edu.mx
202t0600@itsm.edu.mx
202t0606@itsm.edu.mx

Contacto:
202t0598@itsm.edu.mx
52 2297784425

Área temática: **Optimización de procesos**

¹Perla Esmeralda Bobadilla López, estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial, División de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

²Brayan Daniel Cuervo Hernández, estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial, División de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

³Brenda Emilia Rivera Martínez, estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial, División de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

RESUMEN: *El presente estudio se realizó en la ciudad de Boca del Río, Veracruz, en la empresa avícola Pollos Victor S.A. de C.V. dentro del Fraccionamiento Casas Tamsa. El impacto de la contaminación causada por una empresa dedicada a los mataderos de pollos de granja se evaluó en base a dos períodos de investigación dentro de los meses de abril y mayo de este año utilizando la metodología de evaluación del ciclo de vida (ACV) y la teoría de restricciones. Las categorías de impacto ambiental se evaluaron bajo la norma ISO 14040:2006, gracias a la cual se determinaron los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados a los residuos de pollo después del proceso del matadero, elaborando así un inventario de las entradas y salidas relevantes del*

sistema con el fin de evaluar los potenciales impactos ambientales asociados a este tipo de residuos e interpretando los resultados de estas dos fases de impacto en relación con los objetivos del estudio. Según los resultados, el potencial de contaminación derivado de estos residuos mostró un alto porcentaje dentro del fraccionamiento y la empresa, provocando retrasos tanto en la línea de producción como graves incumplimientos de esta norma, destacando que al inicio de la investigación, hasta el 82% del total de residuos eliminados por la empresa se derivaba de la carne deshuesada de los pollos, con pérdidas de hasta 2.900 gramos por unidad. Las evaluaciones posteriores a la aplicación de la metodología del ACV y la teoría de restricciones revelaron una



disminución del 70% en los residuos contaminantes derivados de un menor indicador de producción de residuos derivado de una mejor gestión de residuos.

PALABRAS CLAVE: Teoría de restricciones, análisis del ciclo de vida, empresas avícolas, residuos.

ABSTRACT: *The present study was carried out in the city of Boca del Río, Veracruz, in the poultry company Pollos Victor S.A. de C.V. within the Fraccionamiento Casas Tamsa. The impact of pollution caused by a company dedicated to farm chicken slaughterhouses was evaluated based on two research periods within the months of April and May of this year using the life cycle assessment (LCA) methodology and the theory of constraints. The environmental impact categories were evaluated under ISO 14040:2006, thanks to which the environmental aspects and potential impacts associated with chicken waste after the slaughterhouse process were determined, thus compiling an inventory of the relevant inputs and outputs of the system in order to evaluate the potential environmental impacts associated with this type of waste and interpreting the results of these two impact phases in relation to the objectives of the study. According to the results, the potential for contamination derived from these wastes showed a high percentage within the fractionation and the company, causing delays both in the production line and serious non-compliance with this standard, highlighting that at the beginning of the research, up to 82% of the total waste disposed of by the company was derived from the bone-in meat of the chickens, with losses of up to 2,900 grams per unit. Evaluations subsequent to the application of the LCA methodology and the theory of*

constraints revealed a 70% decrease in polluting residues derived from a lower indicator of waste production derived from better waste management.

KEYWORDS: Restriction theory, life cycle analysis, poultry companies, residues.

INTRODUCCIÓN

El impacto del sector avícola en el medio ambiente es una preocupación vigente en la sociedad, siendo ésta una de las cadenas productivas que más se consumen en el mercado a nivel mundial (Econ. y Desarrollo vol.159 no.1 La Habana ene.-jun. 2018). En la presente década la creciente demanda de carne de aves de corral se vió derivada al aumento de la sobrepoblación provocando así un incremento de manera considerable en el consumo de éste producto (FAO, 2015) lo cual ha provocando que la industria avícola se enfrente a muchos desafíos, incluidos las grandes cantidades de residuos producidos, que se acumulan y pueden plantear problemas de eliminación y contaminación a menos que se implementen métodos de gestión sostenible (Suárez, 2016).

Por otro lado, los sistemas intensivos de producción animal (bovinos, cerdos y aves) crean monumentales problemas de polución, por los grandiosos montos de sustancias contaminantes. La gallinaza fresca contiene sulfuro de hidrógeno (H₂S) y otros compuestos orgánicos, que causan perjuicio a quienes habitan cerca de las granjas avícolas. (Seclén, 2017). Ocasionando grandes volúmenes de estiércol que se depositan en el suelo y aguas residuales.

Estudios previos destacan que los residuos en la avicultura que constituye uno de los principales problemas productivos a abordar al sector agrario, ambiente y social, para lograr la sustentabilidad de la avicultura provocando que los residuos en la avicultura constituyan uno de los principales problemas productivos e



impactos ambientales negativos a abordar para lograr la sustentabilidad de la avicultura. (Irigoyen, 2015).

La Organización Mundial de la Salud considera las Enfermedades Transmitidas por Alimentos un serio problema de salud pública y medio ambiente, especialmente en países en desarrollo. Por ello vale la pena evaluar la aplicación de la metodología del ciclo de vida (LCA) que es una herramienta poderosa para cuantificar los impactos ambientales de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida. (Hernández, 2013). Esta herramienta nos permitió destacar cuatro características importantes del LCA, convirtiéndola en una metodología completa y sólida para apoyar a las empresas y los mercados dentro del sector avícola con los compromisos de sostenibilidad que son: la toma una perspectiva del ciclo de vida, el cubrir una amplia gama de problemas ambientales, ser cuantitativa y tener una base científica (Bjørn et al., 2018).

Por lo tanto, mediante las teorías de restricciones la cual nos indica el valor que debemos impactar en el medio ambiente (Theory of Constraints - TOC) nos ayudó a verificar si los contaminantes de la sangre llegaron a ecosistemas como ríos, mares, lagos etc. sería un factor perjudicial. Para poder extraer el conocimiento de los sistemas sociales que esto implica se utilizaron las restricciones como punto de partida para efectuar cambios significativos ya que es ahí donde se producen los grandes efectos palanca como en la reducción de cuellos de botella teniendo así implicaciones en toda una empresa (Uwe Techt, 2016).

Por ello, vale la pena evaluar actividad Avícola dentro de un panorama sostenible ya que este sector es clave para el consumo de proteína de la población Nacional Las proyecciones del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por su sigla en inglés) señala que en el 2020 la producción mundial de carne de pollo llegó a un nuevo récord histórico, con un valor esperado de 97.8 millones de

toneladas. Esta cifra superaría la producción mundial obtenida en años anteriores, (CEDRASSA, 2018) por lo tanto destacamos que la situación que actualmente presenta la Industria Avícola en México necesita la aplicación de medidas de apoyo para incrementar su calidad derivado a sus altos niveles de consumo. Destacando que no existen trabajos que analizan el impacto ambiental de la granja avícola y el matadero (Cesari et al., 2017) y la derivación de falta de investigaciones ambientales relativas al enfoque de evaluación del ciclo de vida para una cadena global de carne de pollo (Skunca et al., 2015). Que ayuden a fomentar dentro de la población un consumo de calidad.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la aplicación de la metodología integrada a una cadena de suministros dentro del sector avícola y sus desechos que ocasionan diversos contaminantes, basada en el análisis LCA mediante la teoría de restricciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Descripción del lugar y recolección de datos

Se recogieron los datos iniciales de 2000 pollos de un matadero. Los datos necesarios se recopilaron de todas las explotaciones de pollos que se mataban para su consumo posterior activas durante el mes de Abril. La granja de matadero se evaluó de nuevo en el transcurso del mes de Mayo. Las granjas de producción de pollos de engorde del presente estudio estaban situadas en la ciudad de Boca del Río en el estado de Veracruz, la cual demuestra la ubicación de la Ciudad de Boca del Río en específico en el fraccionamiento Casas Tamsa. El matadero estaba situado en el centro de una zona altamente conurbada. Dentro de éste fraccionamiento se estará evaluando la empresa llamada "Pollos Victor S.A. de C.V." la cual está situada en Calzada Lázaro Cárdenas Número 328, C.P. 94295, como se muestra en la Ilustración 1. La

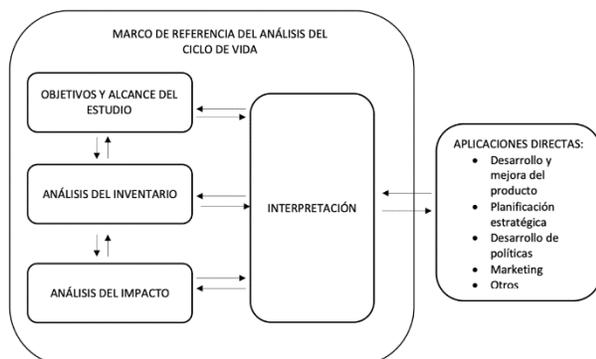


Ilustración 2 Fases de un ACV

2.3.1. Definición del objetivo y del alcance

La definición del objetivo (ISO 14040) es el componente más importante de un estudio de LCA. En esta fase se eligen el propósito y los límites del estudio. El propósito de este estudio se enfocó evaluar la aplicación de la metodología integrada a una cadena de suministros dentro del sector avícola y sus desechos que ocasionan diversos contaminantes, basada en el análisis LCA mediante la teoría de restricciones. Para un mejor análisis de los datos el presente estudio de caso se investigó con fines comparativos dentro de dos temporadas del año:

Caso 1: Producción de carne de pollo de matadero en el mes de Abril.

Caso 2: Producción de carne de pollo de matadero en el mes de Mayo.

2.4. Teoría de restricciones.

La competitividad empresarial es un concepto que cada vez tienen que tener en cuenta las empresas ya que les permite efectivizar tanto procesos internos como externos, produciendo más a un bajo costo. Por consiguiente, se busca elaborar una serie de propuestas de mejora a través del modelo Teoría de restricciones que permita la mejora competitiva derivada a la reducción de residuos de la empresa Pollos Victor S.A de C.V.

Para abordar ésta situación problemática se incluyó que la restricción de toda la cadena dentro del matadero de pollo era el proceso

productivo que se encontraba mal enfocado, se desarrolló e implementó el modelo de Teoría de Restricciones (TOC) para administrar las operaciones de producción. Este modelo consiste en identificar la restricción del sistema y sincronizar las operaciones que no son restrictivas a la velocidad del elemento más débil del proceso. En la tabla 1 se describen los beneficios de ésta herramienta.

Tabla 1 Descripción de la herramienta "Teoría de restricciones"

Herramienta	Teoría de las restricciones (TOC)
Descripción	Aporta ciertos beneficios acompañados de dificultades en sus etapas de implementación, diseño, desarrollo, y puesta en marcha a la compañía que decida hacer uso de la misma.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> → No requiere grandes cambios físicos ni organizacionales como estrategias de producción como el Just in Time. → su proceso de implementación es relativamente sencillo y ágil. → su software tiene gran velocidad de operación → Identifica y trabaja sobre los cuellos de botella del proceso productivo. → Reduce los inventarios optimizando su gestión, y los gastos operativos
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> → La empresa requiere conocer teoría básica de programación finita de capacidad para los centros de trabajo. → Considera los recursos de planta como independientes

2.4.1. Identificación de la restricción del proceso de producción.

Para identificar la restricción del proceso, TOC propone tres metodologías. Las dos primeras consisten en detectar de manera visual o determinística la capacidad teórica del proceso. La tercera metodología es un enfoque probabilístico, en el que se considera la variabilidad de los elementos que componen el sistema. Debido a la naturaleza variable del proceso en la cual se encuentra actualmente la empresa, se decidió optar por la tercera metodología, para lo cual se construyó el análisis previo para poder medir el impacto generado por los desechos en el pollo.

Dentro de la tabla 2 se describe como la Teoría de las Restricciones propone el siguiente proceso para minimizar las pérdidas de



desechos en la empresa POLLOS VICTOR S.A. de C.V.

Tabla 2 Proceso para minimizar pérdidas derivadas de los desechos del pollo de matadero

Paso 1: Identificar la(s) restricción(es) del sistema.	Falta de un buen manejo de desechos
Paso 2: Explotar la(s) restricción(es) del sistema	Implementar una correcta separación de los desechos, Almacenar los desechos generados para un posterior uso.
Paso 3: Subordinar cualquier otra cosa a la decisión anterior.	Falta de equipo y maquinaria necesaria para la cadena de producción
Paso 4: Elevar la(s) restricción(es) del sistema.	Implementación de contenedores para la separación de desechos.
Paso 5: Si una restricción es superada, vuelva al paso 1. No deje que la inercia sea la mayor restricción del sistema	Auditorias en base a la Norma ISO 14040:2006.

En primer lugar, para delimitar el alcance del modelo con respecto al sistema real, se consultó con cada uno de los jefes de cada área respectiva, de modo que se incluyera la experiencia práctica de quienes conocen la dinámica del proceso. De este modo, en el modelo se definió que dentro del matadero se cuenta con dos macroprocesos:

- 1) el proceso de matadero de pollos
- 2) el proceso de eliminación de los desechos

En la Ilustración 3 se muestra el diagrama de proceso de la empresa "Pollos Victor S.A. de C.V."

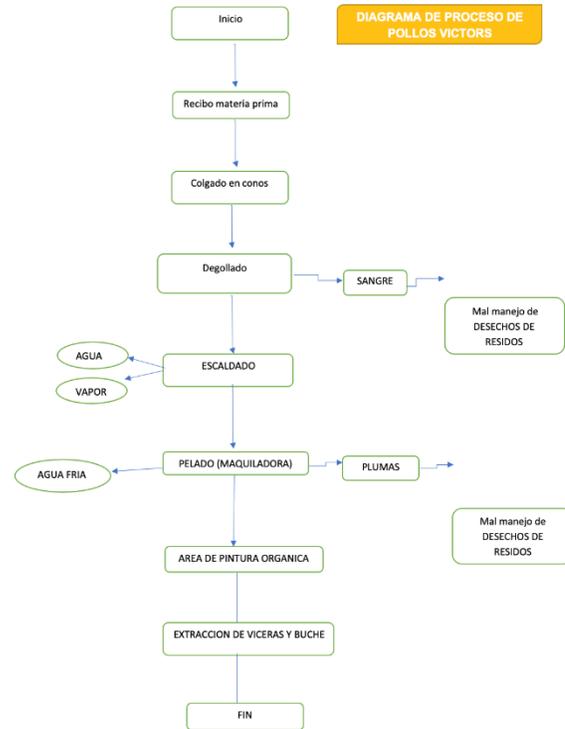


Ilustración 3 Diagrama del proceso de la empresa "Pollos Victor S.A. de C.V."

En segundo lugar, para la construcción del modelo se asumió que se presenta un mal manejo de desechos de los residuos ya que la empresa al principio de su proceso el área que tenía destinada para ésta actividad actualmente había sido reemplazada por un almacén y que éste proceso no consume un tiempo específico ya que no se aplica actualmente.

En tercer lugar, para contar con los registros de los tiempos de proceso, se recolectaron datos de dos meses (Abril-Mayo) de los tiempos de proceso en cada área asignada dentro del proceso, de acuerdo con cada uno de los siete lugares designados necesarios para llegar al producto final. Se recogieron también los datos de las capacidades de almacenamiento del producto en proceso, y se analizaron las relaciones funcionales con cada uno de los turnos de operarios programados diariamente.



Es importante mencionar que a pesar de que el portafolio de productos solo consiste en el pollo de matadero, la información más relevante para los tiempos de proceso es el formato o tamaño de las baldosas, pues es la única variable que determina la velocidad del proceso productivo para exponer así a la empresa una mejor productividad en el área de deshechos sin necesidad de ampliar tiempos de producción y no sufrir alguna pérdida por tiempos extras.

2.5. Análisis del inventario del ciclo de vida (ICV).

El ICV es la parte de la recopilación de datos del ACV que más tiempo consume. Consiste en todos los flujos de entrada (cantidad de materias primas necesarias para el proceso de matadero de pollos) y de salida (producción de deshechos) del sistema de producción. Para evaluar el impacto medioambiental, deben identificarse todos los componentes incluidos en el proceso, los datos obtenidos del matadero se recopilaron mediante cuestionarios. En el presente estudio, se identifican y cuantifican todas las entradas y salidas relacionadas con la producción de carne de pollo. La tabla 3 presenta el ICV de la producción de carne de pollo en el matadero.

2.5.1. Evaluación del impacto del inventario del ciclo de vida (ICV)

La evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV) es la fase en la que se calcula el impacto ambiental a partir de los resultados del análisis del inventario. En esta fase, los resultados del inventario se convierten en categorías de impacto. En el presente estudio, se han considerado ocho categorías de impacto ambiental, de acuerdo con cada proceso derivado del rastro de pollos. Las categorías de impacto consideradas en este estudio se enumeran en la Tabla 4. La EICL se divide en varios elementos obligatorios y opcionales. La evaluación del impacto suele

constar de elementos de clasificación, caracterización y valoración.

Tabla 3 Inventario del ciclo de vida del matadero de pollo

PROCESO	INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA
RECEPCIÓN Y ESPERA	GALERA
SACADO DE JAULAS Y COLGADO	CONOS METALICOS
ATURDIMIENTO	60 A 90 SEGUNDOS
DESANGRADO	CUCHILLO ,
ESCALDADO	CUCHARRA
DESPLUMADO	maquiladora
EVICERACIÓN	cuchillo
CORTADO DE PATAS Y CABEZAS	Hacha, tijeras

Tabla 4 Evaluación del inventario del ciclo de vida del matadero de pollo

PROCESO	CARACTERIZACIÓN	VALORACIÓN
RECEPCIÓN Y ESPERA	Aire, Suelo	Alto
SACADO DE JAULAS Y COLGADO	Aire, Agua.	medio
ATURDIMIENTO	Suelo , Agua	bajo
DESANGRADO	Suelo, Agua	Medio
ESCALDADO	Agua	Bajo
DESPLUMADO	Suelo , Agua	Medio
EVICERACIÓN	Suelo	Alto
CORTADO DE PATAS Y CABEZAS	Suelo	Alto

RESULTADOS

3.1. Evaluación del impacto ambiental de la producción de carne de pollo en Abril-Mayo.

Los resultados obtenidos en esta investigación están en línea con otros estudios de ACV en los que se analizan diferentes subsistemas de



la cadena de la carne de pollo. En las investigaciones en las que se incluyó los desechos obtenidos por el matadero en mención, las actividades de la empresa expresaron los mayores impactos ambientales a través de diferentes indicadores de contaminación. El punto crucial de las categorías de impacto ambiental es la producción de desechos.

Por pollo diariamente llega un camión con 2000 pollos para descarga, produciendo un total de 3.6 KG de desechos por pollo vivo, en la tabla 5 y en la ilustración 4 podemos apreciar los porcentajes previos a la aplicación de la metodología LCA mediante la teoría de restricciones.

Tabla 5 Análisis de desechos en el mes de Abril

CONCEPTO	PERDIDAS	PORCENTAJE	ABRIL
Carne con hueso	2900 gramos	82%	174000KILOS
Plumas	150 gramos	4%	9000 KILOS
Sangre	200 gramos	6%	12000 KILOS
Pellejos	350 gramos	10%	21 000KILOS

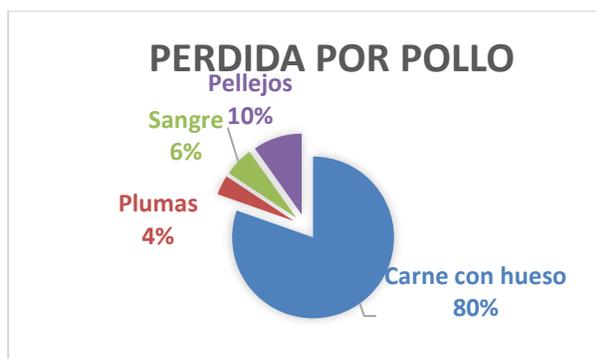


Ilustración 4 Porcentajes de pérdidas de desechos por pollo en Abril

Dentro de los resultados interpretados se pudo evaluar una disminución dentro del porcentaje de desechos por unidad por pieza de pollo de matadero dentro de la tabla 6 y la ilustración 5

se puede observar la contribución gracias a éstas metodologías aplicadas.

Tabla 6 Análisis de desechos en el mes de Mayo

CONCEPTO	PERDIDAS	PORCENTAJE	MAYO
Carne con hueso	2000 gramos	70%	12000KILOS
Plumas	100 gramos	3%	6000 KILOS
Sangre	100 gramos	3%	6000 KILOS
Pellejos	250 gramos	8%	15000 KILOS

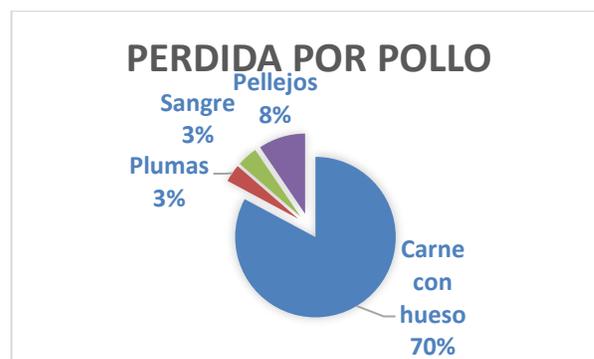


Ilustración 5 Porcentajes de pérdidas de desechos de pollo ed Mayo

CONCLUSIONES

La producción de carne de pollo se encuentra entre los sectores alimentarios predominantes, ya que las aves de corral liderarán el consumo mundial de carne en el futuro. El estudio abarcó la evaluación del ciclo de vida desde la perspectiva del matadero, y mostró, por primera vez, los impactos ambientales de toda la cadena de la carne de pollo, al tiempo que incluyó en la investigación a 2000 pollos en la producción, dentro de una de las empresas líderes de mataderos de pollo en la ciudad de Boca del Río. Esta investigación confirma los estudios anteriores de que el principal contribuyente al perfil medioambiental de un matadero de pollos es la producción de desechos. Las actividades realizadas en dentro expresan el mayor impacto ambiental dentro del fraccionamiento Casas Tamsa. Las



contribuciones de la empresa de procesamiento de carne se deben esencialmente en la transformación de pollos de granja en aves listas para su consumo, mientras que el impacto del matadero, la gran venta al por mayor y el hogar está directamente relacionado con la necesidad de aplicar medidas de mejora en su proceso. Los resultados de la investigación están estrechamente relacionados con los datos brutos obtenidos de la dirección de la empresa y pueden servir de base para el debate con el fin de realizar mejoras medioambientales. Aunque la mayor parte de los datos obtenidos solo abarcan un fraccionamiento dentro de la ciudad, todavía existe la posibilidad de minimizar el impacto medioambiental de los desechos dentro de la producción de aves de matadero, limitada por el grado de aplicación de la opción de mejora. Las conclusiones del estudio son valiosas para las partes interesadas de la industria avícola y podrían fomentar el uso de la teoría de restricciones como fuente principal de análisis para lograr reducir sus desechos, el tratamiento de los residuos de los pollos y el uso de sistemas energéticamente eficientes a lo largo de toda la cadena, al tiempo que se estimula a los consumidores hacia un consumo más sostenible en términos de reciclaje de residuos. La aplicación de la misma metodología en otros países podría ofrecer una mejor visión de las prácticas medioambientales dentro de la producción avícola mundial.

BIBLIOGRAFÍA

1. **E. Goldratt. *What is this Thing Called the Theory of Constraints, and How should it be Implemented. Croton-on Hudson, N.Y.: North River Press, 2016. p. 4. El énfasis es nuestro.***
2. **Goedkoop M, Effting S, Collignon M. *The Eco-indicator 99 – a damage oriented method for life cycle impact assessment. Manual for designers. second ed. Amersfoort, The Netherlands: PRé Consultants BV; 2000.***
3. **Jolliet O, Margni M, Charles R, Humbert S, Payet J, Rebitzer G, et al. *IMPACT 2002+: a new life cycle impact assessment methodology. Int J LCA 2003;8(6):324–30***
4. **T. Corbett. *Throughput accounting: TOC's management accounting system. New York: The North River, 2017. 175p***
5. **Leinonen I, Williams AG, Wiseman J, Guy J, Kyriazakis I. *Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life-cycle assessment: broiler production systems. Poultry Sci 2012;91:8–25.***
6. **Khoshnevisan B, Rafiee S, Omid M, Mousazadeh H, Clark S. *Environmental impact assessment of tomato and cucumber cultivation in greenhouse using life cycle assessment and adaptive neuro-fuzzy inference system. J Clean Prod 2013:1–10.***
7. **Marín, W. M., & Gutiérrez, E. V. G. (2013). *Development and implementation of a theory of constraints model to synchronize operations in the supply chain. Revista eia, 10(19), 67-77.***
8. **Abisambra-Lemus, A. J., & Mantilla-Cuadros, L. A. (2014). *Application of the theory of constraints (TOC) to the production processes of the Imusa foundry plant.***



9. **Vargas Martinez, Z. (2010). Design of a strategic plan to increase productivity in the company pollos hucana y cia. Ltda. Of the poultry sector in the city of Santa Marta, through the theory of constraints (Bachelor's thesis, Universidad del Magdalena).**
10. **Borbor García, S. D. (2014). Application of the theory of restrictions in the slaughter of birds Finaves SA (Doctoral dissertation, University of Guayaquil. Faculty of Industrial Engineering. Industrial Engineering career).**
11. **Suárez Vera, S. J. Evaluation of the potential environmental impact generated in the production of chicken meat using the "LCA" life cycle analysis methodology by door-to-door attributes.**
12. **ÁVILA, O., SUÁREZ, S., & MELO, S. Evaluation of the Potential Environmental Impacts Generated in the Production of Chicken (Meat) Using the Methodology of Life Cycle Analysis" LCA" by Attributes from Door to Door.**



ADOPTAR LA REALIDAD VIRTUAL COMO ARMA PARA COMBATIR LAS FOBIAS

Fernando Alemán Hernández, Dra. Miriam Mmartínez Arroyo, Eduardo De La Cruz Gamez, Mario Hernández Hernández

mm20320003@acapulco.tecnm.mx

miriam.ma@acapulco.tecnm.mx

eduardo.dg@acapulco.tecnm.mx

mario.hh@chilpancingo.tecnm.mx

Área temática: **Inteligencia Artificial**

Fernando Alemán Hernández, División de Estudios de Posgrado e Investigación Tecnológico Nacional de México - Campus Acapulco, Acapulco, Guerrero.

Dra. Miriam Mmartínez Arroyo, Depto. Desarrollo de sistemas inteligentes, Tecnológico Nacional de México - Campus Acapulco, Acapulco, Guerrero.

Eduardo De La Cruz Gamez, Depto. Desarrollo de sistemas inteligentes Tecnológico Nacional de México – Campus Acapulco Acapulco, Guerrero.

Mario Hernández Hernández, Depto. Desarrollo de sistemas inteligentes, Tecnológico Nacional de México – Campus Chilpancingo, Chilpancingo, Guerrero.

RESUMEN

En la actualidad el fenómeno de las fobias ha cobrado importancia por múltiples factores; entre ellos destacan, reconocer que la población que vive con esta condición tiene la atención que necesita, evitar la discriminación y apoyar en este tema de gran importancia para poder ayudar a las personas. Se estima que a nivel mundial el 8% de la población presenta algún tipo de fobia, asimismo alrededor del 13% de las personas presentarán un tipo de fobia en algún momento de sus vidas; en México las padecen en promedio un 4% de los habitantes entre 18 y 65 años. El proceso y tratamiento puede variar, cada semana o cierto días dependiendo el avance del síntoma en el paciente. En la actualidad existen terapias y métodos para este tipo de trastorno, pero no resultan ser muy eficaz en la mayoría de las personas. El trabajo siguiente muestra avances sobre el desarrollo de una aplicación de realidad virtual basado y desarrollado en Unity. La aplicación va dirigida

a las personas que padecen trastornos de ansiedad debido a situaciones o entornos que para muchos pueden resultar normales para ellos son causantes de síntomas y trastornos desagradables. Este problema es más conocido como: fobias. Haciendo uso de la tecnología de realidad virtual y de los lentes de realidad virtual que permiten al usuario interactuar en un escenario virtual y llevar un control de sus progresos para tener un diagnostico hasta llegar a conclusiones. Las herramientas tecnológicas están avanzando día con día. En este trabajo se mostrará el uso de la aplicación integrando secciones y escenarios virtuales que el paciente podrá interactuar dependiendo su tipo de fobia. Acapulco, Guerrero es el lugar principal para realizar las pruebas con esta aplicación.

Keywords Realidad virtual, fobias, trastorno de ansiedad, Unity, lentes VR.



INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el DSM-IV (American Psychiatric Asociación, 1994/1995) en las fobias específicas se da un miedo intenso y persistente que es excesivo o irracional y en desencadenado por la presencia o anticipación de objetos o situaciones específicos: animales, lugares cerrados, alturas, oscuridad, tormentas, vuelos, ver sangre, recibir inyecciones (intravenosas, musculares), intervenciones médicas (dentales, p.ej.), tragar alimentos sólidos, conducir un coche, aguas profundas. Conviene matizar que en la fobia a la sangre suelen aparecer náuseas y desvanecimiento y no siempre se da el miedo. Como consecuencia de la exposición al estímulo fóbico, se produce una respuesta inmediata de ansiedad que puede llegar incluso a ataque de pánico; en los niños la ansiedad puede manifestarse mediante llantos, rabietas, inmovilidad o aferrarse a otra persona. Los adultos, pero no necesariamente los niños reconocen que su miedo es excesivo o irracional. El criterio de que la persona debe reconocer que su miedo es excesivo o irracional ha sido puesto en entredicho. Este criterio fue pensado para distinguir las fobias de los miedos delirantes. Sin embargo, hay un número significativo de personas que cumplen el resto de los criterios para la fobia específica, pero que tienen poca conciencia de lo excesivo de sus miedos, aunque sus creencias no alcanzan el grado de delirio. [1]

Fobia específica

La fobia específica o simple es un trastorno de ansiedad que se caracteriza por la presencia de un miedo intenso y persistente a objetos o situaciones bien delimitadas. No se trata únicamente de un miedo extremo, sino de un miedo irracional que es desencadenado por la presencia o anticipación de objetos o situaciones específicos. La exposición, real o posible, provoca una respuesta inmediata de ansiedad importante. Se considera que la mayoría de las fobias específicas derivan de miedos básicos propios de la evolución de la especie humana, como el miedo al daño físico o a los animales.

Una de las principales opciones de tratamiento es con un especialista, pero comúnmente son tratamientos con un gran costo y número de sesiones. Como se venía diciendo anteriormente las herramientas tecnológicas están avanzando muy rápidamente. Debemos aprovechar estos cambios para poder implementarlos en otros estudios y así llegar a mejores resultados. [2]

¿Qué es la Realidad Virtual?

La realidad virtual se podría definir perfectamente con sus propias palabras. Virtual podría querer decir que es algo cercano y la realidad se refiere a lo que experimentamos como seres humanos.

Esto podría llevar a que la realidad virtual es algo cercano a la propia realidad. Podría decirnos también a lo que normalmente es un tipo específico de simulación de la realidad. Con una definición más detallada, la realidad virtual es una tecnología informática que tiene como objeto crear un entorno simulado. Esto situará a los usuarios en una experiencia distinta a las interfaces tradicionales. Aquí los usuarios están sumergidos y podrán interactuar en mundos tridimensionales más que ver una pantalla frente a ellos. A través de la estimulación de los sentidos, y de poder ver, oír, tocar y oler, el ordenador se transforma en una puerta de entrada a un mundo artificial. [3]

Realidad virtual y las fobias

Un beneficio de la Realidad virtual es cuando su uso de la sensación de realidad, en donde en conjunto del cuerpo y mente se comporta y reacciona como si fuera una situación real, pero los pacientes saben que es un entorno no real, un entorno informático; esto ayuda que es más sencillo poner frente a situaciones difíciles a través de la Realidad virtual, en comparación con las generadas en la vida real, además se prueban nuevas estrategias de intervención, con ambientes más controlados, pero permitiendo la verosimilitud de experiencias cotidianas.

La utilización de la RV en el diagnóstico estándar de los trastornos mentales podría transformarse en una herramienta que permitiría mayor validez de estos. Para saber un poco más sobre este tema anteriormente se hizo formularios y

preguntas en línea validados con personas de Acapulco, Guerrero.

Inevitablemente, los seres humanos tienden a ser muy subjetivos en sus puntos de vista. La memoria, por otra parte, es notoriamente falible. Pero la Realidad virtual ayuda a la observación clínica directa de las conductas en pacientes, en diversos escenarios, los cuales se pueden replicar dependiendo de situaciones específicas y contextos particulares, además de permitir dosificar los estímulos y controlar la frecuencia e intensidad de estos. [4]

Una buena definición, que sirva para distinguir el mito de la realidad puede ser la siguiente:

“La Realidad Virtual es una simulación de un ambiente tridimensional generada por computadoras, en el que el usuario es capaz tanto de ver como de manipular los contenidos de ese ambiente”. [5]

En la figura 1 se muestra las configuraciones generales para la aplicación RV.

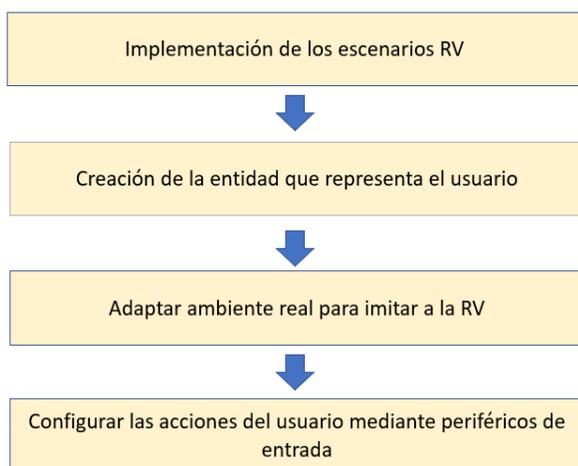


Figura 1. Configuraciones generales para la Realidad virtual.

METODOLOGIA

2.1 Etapas de la metodología

2.1.1 Metodología MEDEERV

Para el desarrollar la aplicación se plantea hacer uso de la metodología de cascada y la “metodología para el modelado de sistemas de

realidad virtual para el aprendizaje en dispositivos móviles (MEDEERV)”.

La metodología que se va a seguir en este trabajo se muestra en el esquema de la Figura 2.

Etapas del escenario educativo: Etapa de Diseño sistemático de la instrucción: Se lleva un análisis completo de las necesidades y metas educativas a cumplir y posteriormente, se diseña e implementa un mecanismo que permita alcanzar esos objetivos produciendo una formación eficaz, competente e interesante.

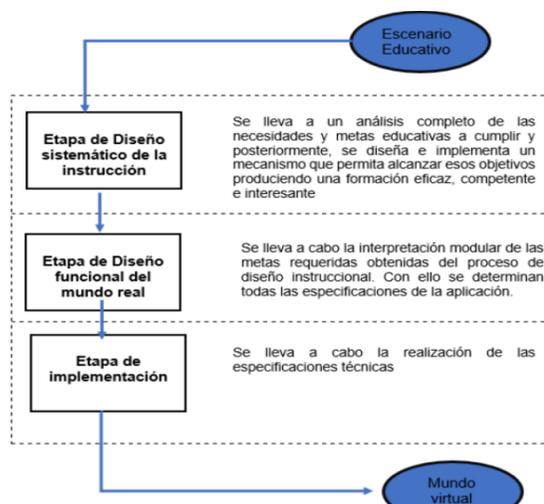


Figura 2. Esquema Metodología empleada.

Etapa de Diseño funcional del mundo real: Se lleva a cabo la interpretación modular de las metas requeridas obtenidas del proceso de diseño instruccional. Con ello se determinan todas las especificaciones de la aplicación. Etapa de implementación: Se lleva a cabo la realización de las especificaciones técnicas. Todas estas etapas están relacionadas al mundo virtual.

2.1.2 Detalles de la Metodología MEDEERV

A continuación, se muestra y describen los detalles de esta metodología MEDEERV (Figura 3).

2.1.3 Ciclo de vida Metodología MEDEERV

El ciclo de vida del desarrollo de un sistema de realidad virtual definido por la metodología MEDEERV incluye una serie de pasos que se



enfocan en requerimientos derivados del diseño sistemático y del análisis de la funcionalidad del sistema. En la Figura 4, se pueden apreciar estas dos etapas representan los primeros pasos del ciclo de vida de la metodología, para continuar con la implementación.



Figura 3. Detalles de la metodología MEDEERV.

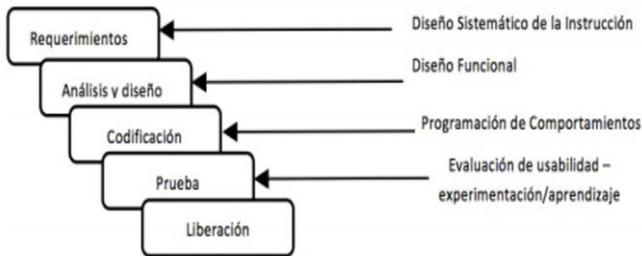


Figura 4. Representación del ciclo de vida del desarrollo de mundos virtuales con la metodología MEDEERV.

El entorno que se utilizara es “Unity” debe configurarse con el SDK y JDK que se descargó, como segundo paso, player settings se debe configurar para que el proyecto se pueda compilar y generar un APK.

2.1.4 Configuración Metodología MEDEERV

Finalmente, se debe configurar la plataforma de Unity para que el producto final (APK) pueda ser ejecutado desde el Smartphone y los lentes VR.

En la figura 5 se muestra la configuración para el entorno virtual.

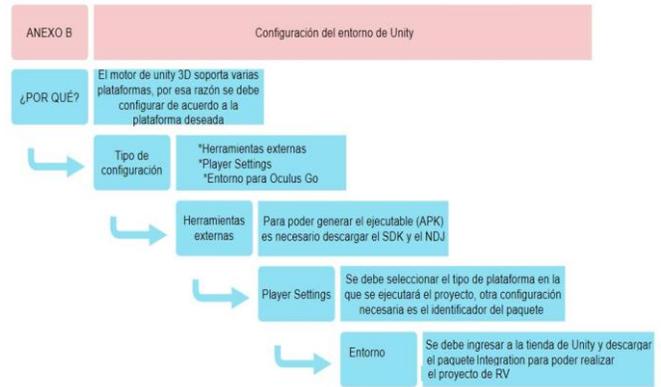


Figura 5. Configuración del entorno de Unity.

2.2 Selección de materiales

El hardware utilizado son lente GoogleVR, auriculares y el teléfono móvil para ejecutar la aplicación y sentir el medio ambiente.

Controlado a mano dispositivo como joystick para moverse por el entorno en una manera controlada. En la figura 6 se muestra el funcionamiento general del proyecto.



Figura 6. Funcionamiento general del proyecto.



2.2.1 Lentes de realidad virtual y especificaciones

Lentes RV

Las gafas de realidad virtual en su gran mayoría necesitan de otro dispositivo para poder funcionar. Estos dispositivos pueden ser un smartphone junto una PC, las gafas pueden estar conectadas directamente a la PC o MAC o las gafas sirven exclusivamente para videojuegos y están conectados a la consola.

En este proyecto como se muestra en la figura 6, se utilizara un Smartphone. La resolución de la imagen es de suma importancia ya que al estar la pantalla muy cerca de nuestros ojos estos visualizan mejor mejor las imágenes, además cabe tomar en cuenta que la mejor resolución le da el realismo esperado.

Ángulo de visión

Una de las característica que influyen el grado de realidad es el ángulo de visión. Cuanto mayor ángulo de visión tengan las gafas mas campo de visión pueden cubrir, por lo que nos cubrirá completamente nuestro campo visual y al realizar movimientos oculares nunca llegaremos al borde de la pantalla (lo que resta bastante sensación de realidad).

Sensores

Para poder registrar nuestros movimientos, saber nuestra posición e interactuar con el dispositivo se necesitan una serie de sensores que pueden ir o no integrados en las propias gafas de realidad virtual. Entre los sensores que captaran los movimientos de la cabeza encontramos acelerómetros, giroscopios y magnetómetros que suelen ir integrados en las gafas y en el Smartphone. [6]. Se puede visualizar el concepto de los sensores (Figura 7).

Existen un infinidad de lentes de realidad virtual, desde precios moderados hasta muy altos.

Para el proposito del proyecto se utilizaron como se habia comentado anteriormente los lente GoogleVR que no cuentan con sensores de movimiento, en esta parte sera realizada mediante el Smartphone que estara conectado dentro de los lentes de realidad virtual. En la figura 8 se

visualizan los lentes RV utilizados en este proyecto.

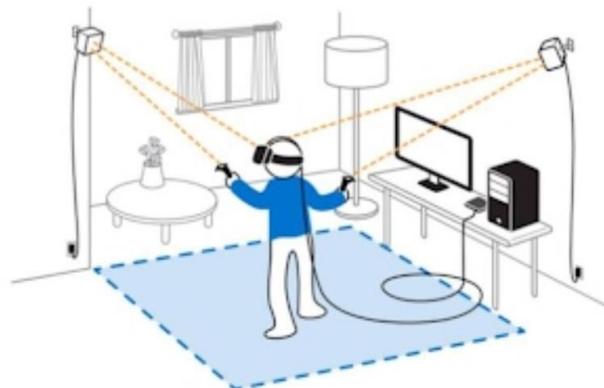


Figura 7. Software necesario para desarrollar el proyecto de realidad virtual.



Figura 8. Lentes Google VR

2.2.2 Software y requerimientos.

El software principal es la plataforma es Unity 3D complementada con la plataforma de Android Studio y el SDK (herramienta externa de Android). Como hardware se requiere una computadora con los siguientes requisitos Windows 10 de 64 bits, GPU compactibles con DX10, DX 11 y DX12, tarjeta de video de 1Gb, 8Gb de memoria RAM, procesador Core 4 o superior, y las gafas de realidad virtual. En la figura 9 se presenta el Software necesario para desarrollar el proyecto.



2.2.3 Proyecto relacionado

Un proyecto relacionado es el de Aarón Ramírez y Sandra Johanna Benítez en el año 2016 que lleva por nombre:

“LA ACROFOBIA Y SU TRATAMIENTO A TRAVÉS DE REALIDAD VIRTUAL”. Este proyecto propone ser una herramienta de apoyo en el tratamiento de la fobia a las alturas mediante la realidad virtual junto con la herramienta Unity y los lentes RV. [7]



Figura 9. Software necesario para desarrollar el proyecto de realidad virtual.

2.2.4 Comparación de herramientas más utilizadas

En la tabla 1 se muestran las diferencias de Unity y Unreal, ya que son los 2 motores de videojuegos más famosos en la actualidad.

2.3 Pruebas

Para las pruebas aún no se ha llegado a ese momento, se sigue trabajando, desarrollando, optimizando y realizando pruebas en la construcción del proyecto.

RESULTADOS

A continuación, se muestra y describen los resultados de cada una de las etapas del proyecto empleadas.

3.1 Resultado de las etapas para uso de la aplicación

3.1.1 BD y login del Usuario

Para llevar el registro de cada usuario se estableció una comunicación entre el proyecto

hecho en Unity y una base de datos creada en MySQL.

El paciente inicia la aplicación con su información personal. Si no tiene cuenta puede registrarse y así entrar a la aplicación (Figura 10).

TABLA 1. COMPARACIÓN DE MOTORES

	Unity	Unreal
Graphics	Physically-Based Rendering, Global Illumination, Volumetric lights after a plugin installed, Post Processing	Physically-Based Rendering, Global Illumination, Volumetric lights out of the box, Post Processing, Material Editor
Unique Features	Rich 2D support	AI, Network Support
Target Audience	Mostly indies, coders	AAA-game studios, indies, artists
Coding	C#, Prefab, Bolt	C++, Blueprints
Community	More than 200k members on the official subreddit	About 100k members on the official subreddit
Performance	Does not scale well, unlike Unreal Engine	Has support for distributed execution (Incredibuild)

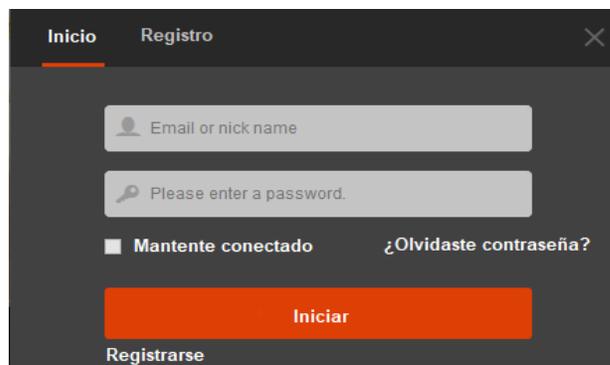


Figura 10. Inicio de sesión.

3.1.2 Selección de fobia específica

Se llevará al usuario al menú y seleccionará la fobia específica entrando en el entorno interactivo (Figura 11).

Antes de iniciar la fobia específica, el personal encargado de llevar el control del paciente (especialista) realizará preguntas personales y el tipo de fobia específica. Llevará el control de las sesiones, dependiendo las respuestas y como se encuentre el paciente en ese momento.

Llevará el control desde el tiempo en que será aplicada la sesión, la fecha de iniciación y las fechas consecuentes.

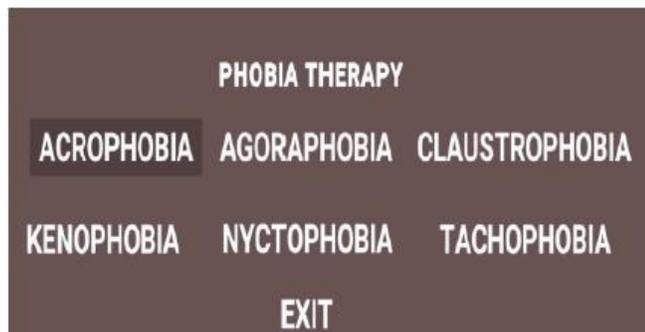


Figura 11. Selección de la fobia específica

3.1.3 Selección de fobia específica

El proceso anterior es la sección de preguntas y selección de una fobia específica. En la figura 12 se visualiza el diagrama E-R de dicho proceso.

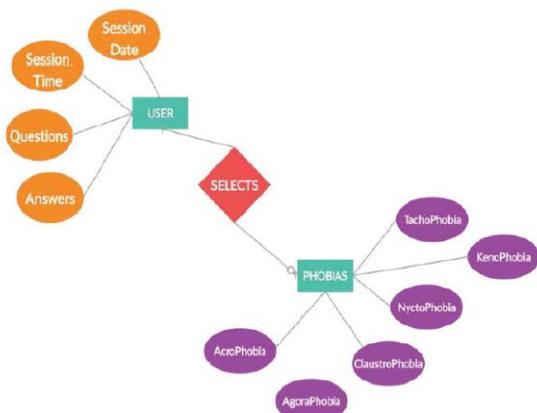


Figura 12. Diagrama E-R Selección de la fobia específica.

3.1.4 Información de la fobia específica

Cuando el paciente selecciona la fobia específica que padece, el menú muestra una interfaz de la fobia seleccionada junto con información primordial (Figura 13).

El paciente eligió la agorafobia que es el miedo a las alturas.

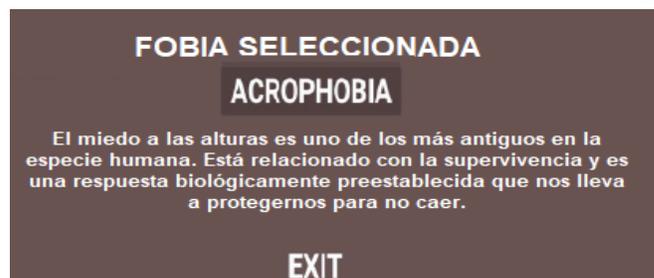


Figura 13. Selección de la fobia específica.

3.1.5 Mando Joystick

La selección de la fobia se hará mediante un control de realidad virtual que está direccionado mediante bluetooth.

En la figura 14 se podrá ver el control que se usa para la aplicación. Contiene botones y una palanca para poder mover el puntero hacia la ubicación que quiera seleccionar. Al momento de presentarlo al paciente se le dirán todas sus especificaciones y su modo de uso para que se familiarice antes de inicializar la aplicación.

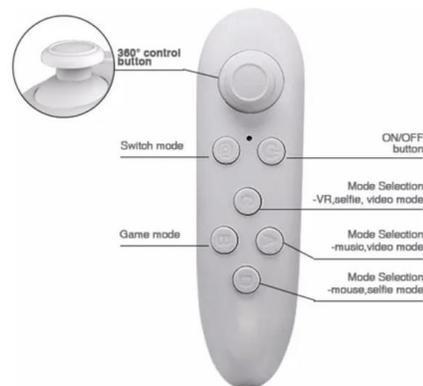


Figura 14. Selección de la fobia específica.

3.1.6 Fobias usuales que fueron usadas en el proyecto.

Existen muchas fobias en el mundo, cada vez se van conociendo muchas más. Para este proyecto seleccionamos las más comunes. Las más comunes son:

Tachofobia: Miedo persistente e irracional que se experimenta ante la velocidad.

Hematofobia, miedo a la sangre: Muchas personas lo pasan realmente mal cuando les tienen que sacar una muestra de sangre, llegándose a marear o desmayarse. Y es que la



hematofobia consiste en el miedo extremo a la sangre, las heridas y las agujas.

Acrofobia, miedo a las alturas: A las personas con acrofobia les aterran las alturas, aunque no exista peligro. Este viene acompañado de una sensación de inestabilidad y mareo al asomarse a balcones y terrazas, precipicios o cualquier lugar a muchos metros del suelo.

Aerofobia, miedo a volar: Aunque los aviones son el medio de transporte más seguro, la gran mayoría de personas les inquieta volar y un pequeño porcentaje les aterra subirse a un avión. La mente de estas personas se inunda de miedo irracional a padecer un accidente o que el avión pierda inestabilidad y se estrelle.

Claustrofobia, miedo a los espacios cerrados: El miedo extremo a los espacios cerrados y pequeños se traduce en claustrofobia. Los lugares que provocan este miedo son los ascensores, sótanos o túneles. Las personas con claustrofobia suelen tener dificultades para respirar porque sienten que se van a quedar encerrados.

Nyctofobia: La nictofobia es un miedo irracional o extremo a la oscuridad. Las personas con nictofobia experimentan ansiedad, tensión y sentimientos de incertidumbre significativos con respecto a la oscuridad. [8]

Estas son las fobias más comunes en el mundo y la mayoría se implementaron en este proyecto. Después de haber visualizado la figura 13 se mostro información principal para la fobia seleccionada y el paciente tenga información de la fobia que padece.

3.1.7 Menu y selección de la aplicación

Después de seleccionarla la aplicación mostrara un menu de niveles para la fobia seleccionada, donde dependiendo el nivel en que se encuentre el paciente debiera interactuar de una manera diferente. Son 3 niveles, dependiendo cada nivel cambia su dificultad. Se debe empezar desde el principio para llevar un procedimiento optimo. Cada nivel tendra 3 escenarios virtuales, el paciente podra visualizar y escuchar el escenario virtual en el que esta. En la figura 15 se visualiza el menu de la fobia seleccionada.

El nivel 1 como en todos los niveles tendran 3 escenarios dependiendo la fobia. En la figura 16 se visualiza el nivel 1.

El especialista definira que escenario seleccionara el paciente pero como recomendación anterior es mejor iniciar desde el primero hasta el tercer nivel. Una vez teniendo en cuenta eso se podra seleccionar el escenario. Se puede visualizar el escenario seleccionado (Figura 17).

Como se puede visualizar en la figura anterior, el primer escenario no sera un escenario 3D, no sera de 360 grados. Sera un escenario estatico donde se le dira algunas palabras de aliento al paciente, se relajara escuchando sonidos suaves y tranquilos. Todo para poder tener una calma y poder pasar los niveles sin ninguna dificultad. Todo esto visualizado desde los lentes de Realidad virtual.



Figura 15. Interfaz niveles de fobia especifica



Figura 16. Nivel 1



Figura. 17. Primer escenario, escenario estatico.

3.1.8 Escenario 360

El primero y el segundo escenario del nivel 1 serán estáticos con autoayudas integradas. El 3 es donde se podrá interactuar con los escenarios 360, en la figura 18 se visualiza el primer escenario 360.

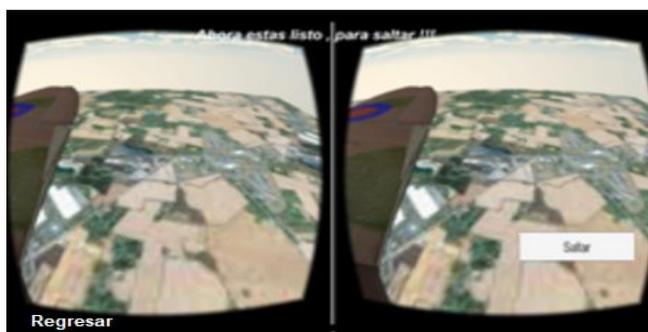


Figura. 18. Escenario 360.

En el nivel 2 y 3. Cada uno de los escenarios estarán mostrados en 360 y 3D. El Especialista indicará el uso moderado de la aplicación mediante el avance del paciente, el tiempo de sesión, los días del procedimiento y así hasta llegar a concluir con el procedimiento podrá dar resultados finales.

AGRADECIMIENTOS

Sin más que decir quiero agradecer principalmente al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Posgrado en Sistemas Computacionales de Tecnológico Nacional de México, Campus Acapulco (TecNM - ITA) por el apoyarme, otorgarme la beca para la investigación de este proyecto y seguir trabajando el tiempo que me queda en mi tiempo de

posgrado. Quiero agradecer a mis asesores por orientarme en cada momento y siempre resolver mis dudas acerca del proyecto.

CONCLUSIONES

En conclusión, el trabajo que se mostró muestra el uso de la realidad virtual y como puede integrarse al tema de las fobias. Las fobias son un problema en la sociedad que casi no tiene mucha atención o creen que no tiene mucha relevancia. Las personas con este tipo de padecimiento no pueden llevar una vida normal como los demás. Es por eso que debemos aprovechar las herramientas tecnológicas que están creciendo día con día. Tenemos que saber que no solo están para su uso cotidiano si no que también pueden ser aprovechadas como lo es en temas de salud.

Los resultados que se mostraron son positivos ya que poco a poco continuare mejorándolo en los aspectos que sea necesario. Aun me faltan hacer las pruebas correspondientes con los usuarios, no se ha llegado a ese momento, pero pronto se harán las pruebas.

Seguiré trabajando con entusiasmo y dedicación para que el proyecto sea óptimo, gratificante y de gran ayuda para las personas con este tipo de padecimiento.

REFERENCIAS

- [1] Antony, M.A. y Barlow, D.H. (2002). *Specific phobias*. En D.H. Barlow (Ed.), *Anxiety and its disorders* (2ª ed., pp. 380- 417). Nueva York: Guilford.
- [2] R., M. S. (2020). *R&A Psicólogos. Obtenido de Fobias específicas: <https://www.ryapsicologos.net/salud-y-trastornos-mentales/fobia-especifica/>*
- [3] González, M. (21 de 05 de 2021). *Filmora. Obtenido de ¿Qué es la realidad virtual?: <https://filmora.wondershare.es/video-editing-tips/what-is-vr.html>*
- [4] V., C. S. (2021). *SciELO. Obtenido de Revista chilena de neuro-psiquiatría: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_serial&pid=0717-9227&lng=es&nrm=iso*



[5] ROEHL, B. (1996). *Special Edition Using VRML*. Mc Millan Computer Publishers.

[6] REALIDAD VIRTUAL UTELVT. (2020). Obtenido de CARACTERÍSTICAS DE LAS GAFAS DE REALIDAD VIRTUAL: <https://sites.google.com/site/realidadvirtual4c/casco-de-realidad-virtual/caracteristicas-de-las-gafas-de-realidad-virtual>

[7] Aarón Ramírez, S. J. (2016). LA ACROFOBIA Y SU TRATAMIENTO A TRAVÉS DE REALIDAD VIRTUAL. Medellín: Escuela Colombiana de Ingeniería. Obtenido de <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/346/313>

[8] Pere, M. (2020). CENTROS DE ESTUDIOS DE PSICOLOGÍA. Obtenido de Los 8 tipos de fobia más comunes:

<https://cepsicologia.com/tipos-fobia-comunes/>

[9] Secretaria de salud.(2020).Recuperado de: <https://www.gob.mx/salud>



Análisis de indicadores de productividad en planeación en Agencia Volkswagen del estado de Puebla.

Hugo Alberto Bravo Quintero¹, José Aparicio Urbano²

hugo.bq@teziutlan.tecnm.mx
jose.aparicio@tesjo.edu.mx

Contacto:
hugo.bq@teziutlan.tecnm.mx
2351073083

Área temática: **Negocios**

Hugo Alberto Bravo Quintero, Maestro en ingeniería industrial, Departamento de ingeniería industrial, Tecnológico Nacional de México campus Teziutlán.

José Aparicio Urbano, Maestro en ingeniería industrial, Departamento de ingeniería industrial y maestría en ingenierías, Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.

RESUMEN: En un contexto donde la competencia dentro de la industria automotriz se hace cada vez más fuerte, las experiencias de servicio y, en consecuencia, las evaluaciones de los clientes, se hacen cada vez más exigentes. En una agencia automotriz ocho de cada diez clientes que recibieron un servicio post venta satisfactorio en el departamento de servicio, regresan a ella para comprar su segundo auto. La industria automotriz representa el 3.2% del PIB mexicano, siendo México el octavo productor más grande de autos. A partir de esto surge la necesidad de identificar qué factores son los que tienen más peso en la evaluación que hacen los clientes acerca de las experiencias de servicio de esta industria, para poder detectar las áreas de oportunidad, así como determinar en qué manera influye la planeación del taller en la productividad del

departamento de servicio o mantenimiento. Con la ayuda de un diagrama causa – efecto y evaluando una serie de indicadores, se realiza la detección de las principales áreas de oportunidad, los resultados muestran una mejora en la planeación del taller basada en un marcaje de tiempos productivos e improductivos que posteriormente fueron analizados para determinar la capacidad real del departamento de servicio.

PALABRAS CLAVE: *Análisis de indicadores, Productividad, servicio al cliente.*

ABSTRACT: *In a context where competition within the automotive industry is becoming increasingly fierce, service experiences and, consequently, customer*



evaluations are becoming more and more demanding. In a car dealership, eight out of ten customers who received satisfactory after-sales service in the service department return to the dealership to buy their second car. The automotive industry represents 3.2% of Mexico's GDP, and Mexico is the eighth largest producer of automobiles. From this arises the need to identify which factors have more weight in the evaluation that customers make about the service experiences of this industry, in order to detect areas of opportunity, as well as to determine how the workshop planning influences the productivity of the service or maintenance department. With the help of a cause-effect diagram and by evaluating a series of indicators, the main areas of opportunity are detected. The results show an improvement in the workshop planning based on a marking of productive and unproductive times, which were later analyzed to determine the real capacity of the service department.

KEYWORDS: *Indicator analysis, Productivity, customer service.*

INTRODUCCIÓN

En un contexto donde la competencia dentro de la industria automotriz se hace cada vez más fuerte, las experiencias de servicio y, en consecuencia, las evaluaciones de los clientes, se hacen cada vez más exigentes. En una agencia automotriz ocho de cada diez clientes que recibieron un servicio post venta satisfactorio en el departamento de servicio, regresan a ella para comprar su segundo auto. Como lo señala José Antonio Espinal Betanzo en su artículo: Condiciones laborales en la Volkswagen de México, publicado en la revista de la Universidad de Guanajuato "Una gerencia, y más en empresas multinacionales como VW, recibe instrucciones cada año para mejorar su productividad, y ellos se encargan de la manera de hacerlo.

Entonces, si el sindicato no se interesa en esos temas, si sabíamos que todo esto estaba en el ambiente laboral de VW y nos quedábamos pasivos o defensivos a lo que propusiera la empresa, pues como que no íbamos a avanzar. El gran reto que tomamos como sindicato fue presentar una propuesta a VW sobre cómo lograr la productividad que ellos quieren, cómo hacer que los trabajadores se comprometan y se pongan más la camiseta en los procesos productivos." [1]

En este artículo, se deja en claro que una empresa internacional como lo es Volkswagen tiene procedimientos y manuales bien establecidos, que han sido probados y comprobados previamente, los cuales simplemente se deben respetar y aplicar en cada una de las plantas armadoras, así como en las agencias de cualquier país para asegurar la mayor productividad posible y la calidad en todos sus procesos.

Otro artículo relacionado con Volkswagen en México es el siguiente:

"La vía impositiva para mejorar la productividad", así denominó Montiel (1993, 1992) al proceso flexibilizado en VWM. Esta vía tiene como eje central las alianzas estratégicas entre empresas multinacionales que ven, en América Latina, ventajas competitivas que no son sino la posibilidad de aumentar la productividad a través de un intenso proceso de flexibilización del trabajo formal. [2]

Lo que Mario Millones Espinoza nos quiere compartir, es que hoy en día toda empresa que quiera competir y destacar en el ámbito global debe ser capaz de contar con un proceso flexible, en el cual se debe de adaptar de la manera más rápida posible a los cambios en cuanto a las exigencias en los servicios ofrecidos por la marca, para lograr la preferencia del consumidor. Esto toma más relevancia en un mercado tan competido como lo es el automovilístico.

Según Charles Kirschbaum "las formas de coordinación están condicionadas por



mecanismos sociales, tales como la confianza, la reciprocidad, el control y la cooperación.”

Este autor hace referencia al impacto que tiene la sociedad en cuanto al servicio ofrecido en las agencias Volkswagen, ya que el comportamiento y las exigencias de las personas cambia según su localización geográfica, las exigencias de las personas del norte del país varían en cuanto a las personas del centro o del sur. Sin embargo, lo único que debe cambiar en una agencia es el trato hacia las personas, ya que el procedimiento se debe respetar tal como lo marca la plana matriz en Alemania.

“El periodo actual y de los próximos años decidirán si Puebla se convierte en un complejo industrial automotriz muy fuerte y con una integración regional vertical considerable o si el complejo automotriz se queda como una isla marginada de maquila sin muchos efectos positivos para la economía y el mercado laboral regionales. La salida de esta encrucijada la definen exclusivamente los actores colectivos más importantes, es decir: la misma VWM, los proveedores importantes, los empresarios poblanos con capacidad posible de entrelazarse con el complejo automotriz, los políticos y los gobiernos locales y regionales y, finalmente, y con una importancia real empírica bastante marginal, los trabajadores y sus sindicatos.” [3]

Este artículo publicado hace 19 años ponía en duda la decisión de construir una nave armadora en la ciudad de Puebla, elección que hicieron a favor de la metrópolis antes mencionada superando a la ciudad de Guanajuato, que era la otra que se postulaba para dicha construcción.

Para la transformación oportuna de distintas entradas, los procesos cuentan con recursos: medios materiales, personas, información, documentos, etc. De igual manera para la gestión adecuada de estos, sus límites deben estar definidos, se debe contar con un sistema de control que implique medidas e indicadores internos del funcionamiento del propio proceso.

Y externos, del nivel de satisfacción que sus resultados consiguen en el cliente o receptor.

[4]

Indicadores de gestión: teniendo en cuenta que gestión tiene que ver con administrar y/o establecer acciones concretas para hacer realidad las tareas y/o trabajos programados y planificados. Los indicadores de gestión están relacionados con las razones que permiten administrar realmente un proceso. Ejemplo: administración y/o gestión de los almacenes de productos en proceso de fabricación y de los cuellos de botella. [5]

La eficiencia se define como la relación existente entre los recursos que son empleados para un proyecto y los logros que son obtenidos a través de éste. La eficiencia se consigue en aquellos casos en los que se utiliza un menor número de recursos para poder conseguir un mismo objetivo. O bien todo lo contrario, cuando se alcanza un mayor número de objetivos haciendo uso de los mismos recursos o incluso menos. [6]

El servicio post-venta en una agencia automotriz tiene gran importancia para el logro de la satisfacción del cliente, a diferencia de ventas, en el servicio post-venta los clientes normalmente tienen un problema con su vehículo y es un gran reto retener a esos clientes y reestablecer su confianza para que regresen. El administrar de forma óptima el taller ayuda a que los clientes regresen a la agencia con la confianza de que su vehículo se le entrega en el menor tiempo posible y en las mejores condiciones. [7]

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la presente investigación, la metodología utilizada en la investigación está basada en la propuesta por [8], el cual implica el planteamiento de problema, la revisión de la literatura, la definición del alcance, selección de muestra, recopilación de información y presentación de resultados, para este último se divide en 3 pasos:



Paso 1 Selección de la información.

Paso 2 Análisis de la información.

Paso 3 reporte de resultados.

Para calcular la capacidad real del taller se debe considerar lo siguiente:

Recursos:

- Técnicos: número de técnicos y especialización por tipo de trabajo (básicos, avanzados y expertos).
- Ausencias: ¿estarán presentes todos los técnicos para el día que estoy haciendo el cálculo?
- Rampas: número de rampas en condiciones óptimas para trabajar.
- Herramientas: equipos de diagnóstico y herramienta especial y manual.

Medición de tiempos:

Realizar la medición permanente de los tiempos productivos y $W's$ en las tarjetas de marcaje de tiempo.

Cálculo de productividad:

Con la información que se obtenga del marcaje de tiempos se puede realizar un cálculo de la productividad.

Actualmente existe un formato para el control del recurso humano, en el que se establecen los tiempos de los técnicos dentro del departamento de servicio, en estos formatos el jefe de taller registra datos importantes de las tareas que se han realizado día con día; estos datos son: hora de inicio y fin de la reparación, el tipo de trabajo realizado, ya sea un servicio de mantenimiento, alguna reparación en general, o un diagnóstico, entre otras, así como el tipo de orden, que puede ser garantía, interna, o normal, y por último el número de orden que se esté trabajando. Estos formatos ayudan a la agencia a mantener un control en cuanto a los trabajos realizados y a calcular las horas productivas e improductivas de los técnicos, estos formatos se realizan diariamente y son el inicio para la recolección y el análisis de los datos de productividad, a continuación.

Posteriormente al llenado de estas fichas, dentro del departamento de servicio, existe una hoja de cálculo en Excel creada por el jefe de taller, en la cual se registra la información de los tiempos productivos e improductivos ($W's$), antes bien, es necesario realizar una conversión de los minutos que se ocuparon para realizar la tarea y convertirlos a unidades de tiempo, previamente establecidos por la propia marca Volkswagen, esta conversión se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Conversiones de minutos a unidades de tiempo.

Fuente: Elaboración propia a partir de manual VW.

Tabla de conversión, de minutos (min) a unidades de tiempo (UT)	
MIN	UT
3 (2 – 4)	5
6 (5 – 7)	10
9 (8 – 10)	15
12 (11 – 13)	20
15 (14 – 16)	25
18 (17 – 19)	30
21 (20 – 22)	35
24 (23 – 25)	40
27 (26 – 28)	45
30 (29 – 31)	50
33 (32 – 34)	55
36 (35 – 37)	60
39 (38 – 40)	65
42 (41 – 43)	70
45 (44 – 46)	75
48 (47 – 49)	80
51 (50 – 52)	85
54 (53 – 55)	90
57 (56 – 58)	95
60 (59 – 61)	100

Ya que se ha realizado la conversión de unidades, la información es trasladada a la hoja de cálculo para mostrar las horas productivas reales de cada uno de los técnicos, como se muestra en las siguientes imágenes. Estos reportes son entregados mensualmente a la



gerencia de servicio para posteriormente entregar los resultados a la gerencia general. Para calcular la capacidad del taller hay una serie de fórmulas previamente establecidas que nos permiten conocer estos datos, a continuación, se muestran los cálculos realizados.

Datos:

Productividad del taller= 75%

No. de técnicos básicos= 2

No. de técnicos avanzados= 1

Tiempos promedio:

Servicio= 60 minutos

Garantías= 120 minutos

Diagnósticos= 180 minutos

Cálculos:

$$CAPACIDAD\ TEÓRICA = no.\ de\ técnicos \times hrs.\ laborales\ diarias \quad Ec.\ (1)$$

$$3\ técnicos \times 8.5\ horas = \mathbf{25.5\ horas}$$

$$CAPACIDAD\ REAL = capacidad\ teórica \times productividad\ del\ taller \quad Ec.\ (2)$$

$$25.5\ horas \times 75\% = \mathbf{19.125\ horas}$$

$$TIEMPO\ PRODUCTIVO\ POR\ TÉCNICO = capacidad\ real \div número\ de\ técnicos \quad Ec.\ (3)$$

$$19.125\ horas / 3\ técnicos = \mathbf{6.375\ horas\ x\ técnico}$$

La interpretación de estos datos es la siguiente: Un técnico puede realizar 6 trabajos de servicio o mantenimiento al día, según los tiempos promedio establecidos por la marca Volkswagen. O un total de 18 servicios si los 3 técnicos trabajaran por igual. Ya que el técnico de rango más alto solo se encarga de hacer diagnósticos y reparaciones más complejas. Por lo tanto, la cantidad real es de 12 trabajos de mantenimiento al día.

De igual manera, un solo técnico podría realizar 3 trabajos de garantía al día, si se toman en cuenta los tiempos promedio. Un total de 9 si se considera a los tres técnicos con los que cuenta la concesionaria. Y solo se podrían realizar uno o dos diagnósticos al día,

debido a que estos trabajos solo los realizan los técnicos avanzados y solo se cuenta con un técnico "master" en la agencia.

RESULTADOS

Del 19 de agosto al 12 de noviembre hubo un total de 329 ingresos al departamento de servicio, de los cuales 173 fueron por un servicio de mantenimiento, 81 ingresaron por una reparación en concepto de garantía, 42 diagnósticos y únicamente 33 reparaciones generales. La siguiente gráfica muestra más claramente que el trabajo más solicitado en la agencia es el trabajo de servicio o mantenimiento.



Figura 1. Ingresos al departamento de servicio.
Fuente: elaboración propia.

La gráfica número dos permite apreciar que los trabajos más solicitados son por un concepto de mantenimiento o servicio, que puede ser desde 15,000 kilómetros, hasta de 205,000 km. Es por ello que los técnicos deben apegarse al manual Volkswagen y realizar estas reparaciones en el tiempo establecido, que es de sesenta minutos ya que la demanda de estos servicios es mayor al 50%.

Los resultados esperados tras la aplicación de esta propuesta de mejora son los siguientes,



cabe mencionar que estos resultados deben ser apreciados en el corto o mediano plazo: Al tener datos reales y resultados confiables sobre la capacidad real del taller, el panorama con respecto a la relación entre la demanda y la capacidad diaria se aclara, permitiendo una toma de decisiones más fácil y asertiva. Si actualmente se considera una capacidad de 8 citas al día, para cualquier tipo de trabajo, los cálculos realizados y los datos obtenidos muestran que la capacidad real del taller es para procesar de 13 a 16 autos diarios, es decir por lo menos 5 citas más al día, lo que significa mayores ingresos a la agencia sin la necesidad de contratar a más personal. La capacidad actual se presenta en los siguientes cálculos:

Cálculos:

$$\text{CAPACIDAD TEÓRICA} = \text{no. de técnicos} \times \text{hrs. laborales diarias} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$3 \text{ técnicos} \times 8.5 \text{ horas} = \mathbf{25.5 \text{ horas}}$$

$$\text{CAPACIDAD REAL} = \text{capacidad teórica} \times \text{productividad del taller} \quad \text{Ec. (2)}$$

$$25.5 \text{ horas} \times 75\% = \mathbf{19.125 \text{ horas}}$$

$$\text{TIEMPO PRODUCTIVO POR TÉCNICO} = \text{capacidad real} \div \text{número de técnicos} \quad \text{Ec. (3)}$$

$$19.125 \text{ horas} / 3 \text{ técnicos} = \mathbf{6.375 \text{ horas} \times \text{técnico}}$$

$$\begin{aligned} \text{CAPACIDAD REAL} &= \text{capacidad teórica} \\ &\times \text{productividad del taller} \\ 25.5 \text{ horas} \times 75\% &= 19.125 \text{ horas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TIEMPO PRODUCTIVO POR TÉCNICO} &= \text{capacidad real} \\ &\div \text{número de técnicos} \\ = 19.125 \text{ horas} / 3 \text{ técnicos} &= 6.375 \text{ horas} \times \text{técnico} \end{aligned}$$

Al incrementar la productividad del taller en un 7% la capacidad real del taller los resultados esperados serían los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{CAPACIDAD REAL} &= \text{capacidad teórica} \\ &\times \text{productividad del taller} \\ = 25.5 \text{ horas} \times 82\% &= 20.91 \text{ horas} \end{aligned}$$

TIEMPO PRODUCTIVO POR TÉCNICO

= *capacidad real*

÷ *número de técnicos*

$$= 20.91 \text{ horas} / 3 \text{ técnicos} = 6.97 \text{ horas} \times \text{técnico}$$

La siguiente gráfica muestra una comparación de la capacidad real actual con la esperada con el incremento del 7% en la productividad del taller.

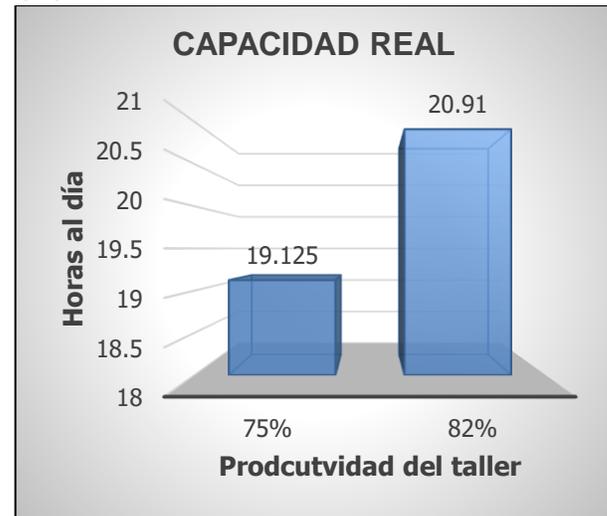


Figura 2. Resultados esperados de productividad.
Fuente: elaboración propia.

Con el aumento del 7% el tiempo productivo por técnico se aumenta prácticamente a 7 horas al día, por lo que se podrían realizar hasta 7 servicios de mantenimiento por técnico, es decir un total de 14 si se cumplen en el tiempo estándar. Sin embargo, no fue posible la aplicación de la propuesta planteada, no solamente para lograr una mejor planeación dentro del taller y cumplir con los tiempos de entrega, sino para incrementar la productividad apegándose a los manuales Volkswagen con los que se cuenta en la agencia, exigiendo mayor compromiso a los técnicos y mayor participación por parte del técnico "master". La figura 3 muestra las horas productivas de los dos técnicos, recordar que el técnico de mayor rango, es decir el "master", no es evaluado ya que el solamente se encarga de



realizar reparaciones mayores, así como diagnósticos.

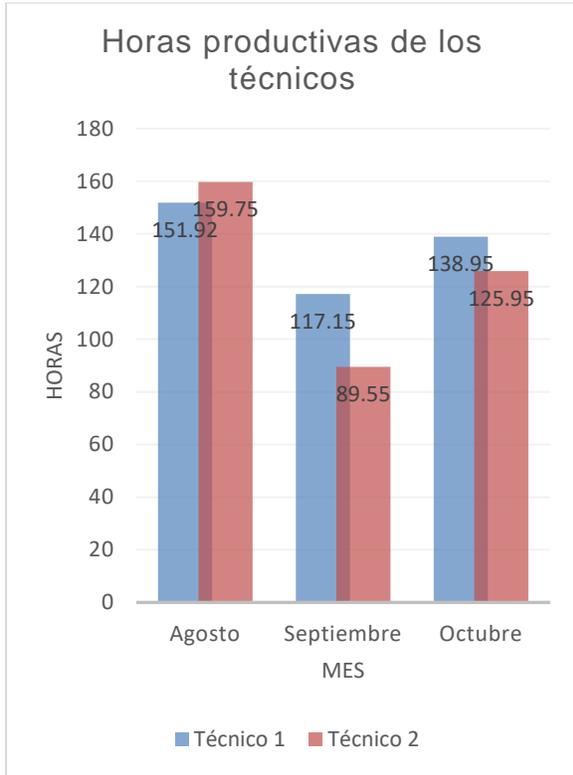


Figura 3. Horas productivas.
Fuente: elaboración propia.

En esta gráfica se aprecia que el desempeño de los técnicos no es constante mes con mes, ya que en el mes de septiembre las cifras bajaron considerablemente y más aún del técnico dos. Si bien es cierto que estos datos también dependen de los ingresos mensuales, los técnicos podrían realizar actividades como mantenimiento del taller, o de herramienta, que suma a los indicadores de productividad. La productividad de los técnicos es calculada en un documento de Excel que fue proporcionado por el manual de implementación Volkswagen. A continuación, se presenta la gráfica de las horas improductivas en la figura 4.

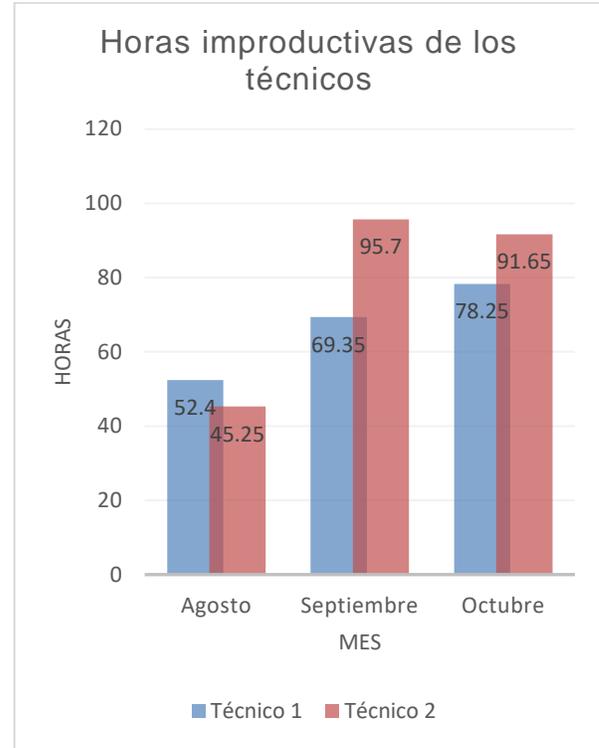


Figura 4. Horas improductivas.
Fuente: elaboración propia.

En esta gráfica, se puede apreciar, que es un tiempo elevado el de las horas improductivas, en el mes de agosto la suma de ambos técnicos es de 97.65 horas, lo que significa un total de aproximadamente 11 días y medio sin laboral de uno de los técnicos.

La propuesta realizada ayudaría mucho no solamente al jefe de taller, sino a todo el departamento de servicio, ya que se espera el incremento de un 7% en la productividad general del taller, simplemente con la implementación del software GDS en la oficina del asesor de servicio y con mayores exigencias para los técnicos, apegándose siempre a los procedimientos establecidos por Volkswagen y respetando los manuales de reparación siguiéndolos paso a paso.



ANÁLISIS POSTERIOR DE DATOS

Un diagrama de Ishikawa es una representación gráfica sencilla en la que se pueden apreciar las relaciones múltiples de causa – efecto entre diversas variables que intervienen en un proceso. Una vez que se tienen reunidos los datos, se debe realizar la interpretación de cada uno de estos, y posteriormente un diagrama causal, para analizar las causas que generan el problema a resolver, en este caso es eliminar los tiempos de espera al momento de la entrega del vehículo de los clientes. De acuerdo a los recursos con los que cuenta el departamento de servicio y a la previa interpretación de los datos, se toman como principales causas a esta problemática las siguientes: los técnicos, el jefe de taller, el asesor de servicio y los trabajos pendientes.

En el siguiente diagrama causa - efecto se puede apreciar de mejor manera la forma en que se relacionan las causas primarias y las secundarias.

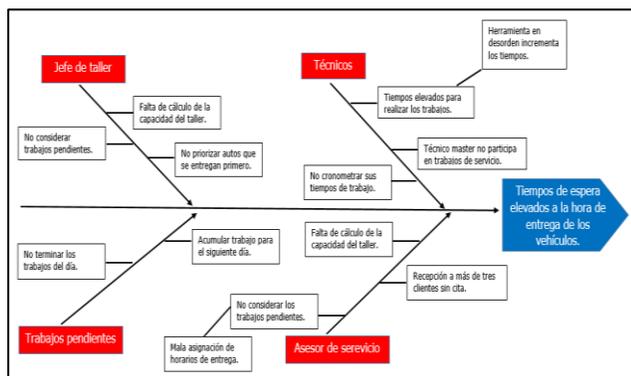


Figura 5. Diagrama causa – efecto

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura número 13, el jefe de taller y el asesor de servicio tienen los mismos problemas para realizar la planeación del día, lo que los convierte en la principal causa de la problemática a resolver, ya que ellos son los responsables de que el

taller opere de manera correcta en el transcurso del día.

Los técnicos necesitan un mejor control de sus tiempos por parte del jefe de taller, así como mantener en orden la herramienta y el técnico master deberá participar en los trabajos de servicio cuando no se encuentre haciendo nada. El no terminar los trabajos asignados genera acumulación de tareas para el día siguiente, lo que disminuye la capacidad del taller.

AGRADECIMIENTOS

Únicamente en caso de referirse a las instituciones, entidades públicas o privadas, que hayan contribuido para el desarrollo de la investigación.

CONCLUSIONES

Finalmente, se puede concluir que, el realizar un análisis de los indicadores de productividad es de suma importancia para la planeación del taller debido a que la información obtenida de dichos indicadores permite realizar un cálculo respecto a la capacidad real del taller, estos cálculos deben realizarse diariamente para conocer cuántos autos se pueden recibir al día, de esta manera el asesor de servicio podrá asignar horas de entrega que sean capaces de cumplir. Si bien la demanda actual del departamento no es la esperada, ni es la suficiente para saturar el taller, teniendo mayor capacidad de trabajo se espera mayor respuesta de los clientes. La situación actual de este departamento es complicada debido a que no se están realizando los cálculos correspondientes, es por ello que se generan esperas para los clientes, al mejorar la comunicación entre asesor de servicio y jefe de taller con la instalación del software GDS en la computadora del primero de ellos, se espera que se eliminen estos tiempos de espera que generan insatisfacciones para los clientes.

Al no respetar los procedimientos establecidos por la marca, ni el diagrama de flujo al cual deben apegarse tanto el asesor de servicio



como el jefe de taller para realizar la planeación diaria del taller, se obtendrán números negativos en el departamento, generando problemas entre los mandos del departamento, los cuales se deben atender de manera inmediata para lograr la mayor eficiencia posible. Actualmente se cuenta con el recurso humano necesario para incrementar la productividad y procesar más vehículos diariamente, no es necesaria la contratación de más técnicos o el despido de alguno de ellos, simplemente apegarse al manual Volkswagen y respetar los tiempos establecidos.

El objetivo de la investigación se alcanzó de manera satisfactoria, ya que se realizó una propuesta de mejora en la planeación del taller basada en un marcaje de tiempos productivos e improductivos que posteriormente fueron analizados para determinar la capacidad real del departamento de servicio y comprobar así, que se cuenta con la capacidad de procesar más autos diariamente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] **J. A. E. Betanzo**, «*Condiciones laborales en la VW de México,*» *Estudios Sociológicos* , pp. 30-45, 2017.
- [2] **M. M. Espinoza**, «*Volkswagen de México: Reestructuración, flexibilidad y conflictos,*» *Si Somos Americanos*, pp. 8-22, 2012.
- [3] **R. C. Dombois**, «*El caso de la Volkswagen de México en la región de Puebla,*» *Región y Sociedad*, pp. 32-47, 2000.
- [4] **Y. N. Tuesta**, *El proceso administrativo, Colombia: ALAFEC*, 2014.
- [5] **M. J. Toirac**, *Indicadores de productividad para la industria moderna, Venezuela: Redalyc*, 2010.
- [6] **E. Gúzman**, «*EUDE,*» 11 Octubre 2003. [En línea]. Available: <https://www.eude.es/>.
- [7] **M. Shultz**, «*Manual Volkswagen,*» *R&D, Munich* , 2009.
- [8] **R. Hernández Sampieri**, *Metodología de la investigación, México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.*, 2014.
- [9] **P. Mayring**, «*A companion to qualitative research,*» *Qualitative content analysis*, pp. 266-269, 2004.



Plataforma de Apoyo para el Diagnóstico Nutricional (PADN)

Michelle Padilla Torres¹, Eduardo Vázquez Santacruz², Roxana Méndez García³, Flor Radilla López⁴, Elvia Morales Turrubiates⁵

Torresmichelle721@gmail.com
 evazquez.santacruz@izt.uam.mx
 dra.mendezroxana@gmail.com
 fradilla@pampano.unacar.mx
 emorales@delfin.unacar.mx

Contacto:
 evazquez.santacruz@izt.uam.mx
 +52 55 1278 1948

Área de Investigación del artículo:
Optimización de procesos

Michelle Padilla Torres, Instituto Politécnico Nacional; Eduardo Vázquez Santacruz, Doctor, Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Autónoma Metropolitana; Roxana Méndez García, Universidad del Altiplano; Flor Radilla López, grado académico, Universidad Autónoma del Carmen; Elvia Morales Turrubiates, Universidad Autónoma del Carmen.

RESUMEN: *En este documento encontrará los resultados de una investigación basada en el diagnóstico nutricional, el cual tendrá un apoyo para el registro y orientación al cual tendrán acceso tanto para pacientes como doctores.*

El diagnóstico nutricional representa el resultado de muchos balances nutricionales dando origen a una estrategia a seguir en el ciudadano conforme a su tratamiento lo cual depende de una buena Evaluación Nutricional y su correcto registro.

El propósito de un diagnóstico nutricional es identificar y describir un problema específico de nutrición que podría ser

resuelto o mejorado por un profesional de la nutrición y dietética a través de un tratamiento/intervención nutricional.

Los datos recolectados de la evaluación nutricional son usados para identificar y etiquetar los diagnósticos nutricios del paciente/cliente usando la terminología diagnóstica estandarizada. Resumen la situación clínica y nutricional de la persona sin importar su edad, sexo o condición clínica. El diagnóstico nutricional se alimenta de las conclusiones parciales que se fueron obteniendo durante el proceso de evaluación nutricional. El diagnóstico nutricional bien elaborado permite definir cuál será la aproximación al cuidado o tratamiento nutricional del sujeto,



dependiendo si es aparentemente sano o presenta alguna patología.

PALABRAS CLAVE: Ambiental, diagnóstico, nutrición, ingesta, SQL[2].

ABSTRACT: *In this document you will find the results of research based on nutritional diagnosis, which will have support for registration and guidance to which both patients and doctors will have access.*

The nutritional diagnosis represents the result of many nutritional balances giving rise to a strategy to be followed in the citizen according to their treatment, which depends on a good Nutritional Evaluation and its correct registration.

The purpose of a nutritional diagnosis is to identify and describe a specific nutritional problem that could be solved or improved by a nutrition and dietetic professional through nutritional treatment / intervention.

The data collected from the nutritional assessment is used to identify and label the nutritional diagnoses of the patient / client using standardized diagnostic terminology. Summarize the clinical and nutritional situation of the person regardless of age, sex or clinical condition. The nutritional diagnosis is fed by the partial conclusions that were obtained during the nutritional evaluation process. A well-developed nutritional diagnosis allows defining the approach to nutritional care or treatment of the subject, depending on

whether it is apparently healthy or has any pathology.

KEYWORDS: environmental, diagnosis, nutrition, intake, SQL[2].

INTRODUCCIÓN (título mayúscula)

El diagnóstico nutricional también es importante como referencia para el monitoreo de la evolución del paciente. Como la intervención debe ir encaminada a dar solución a cada uno de los problemas identificados, el diagnóstico nutricional hace las veces de lista de chequeo clínico que nos permitirá evaluar el progreso de la misma.

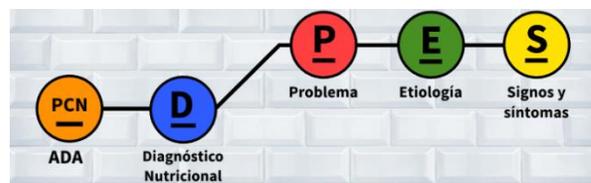


Figura 1. El acrónimo PES se refiere a las iniciales de las tres partes que componen el enunciado diagnóstico: P: problema o respuesta que presenta el sujeto; E: etiología o factor relacionado que está ocasionando la respuesta; S: signos y síntomas o manifestaciones del problema o respuesta. [3].
Fuente: elaboración propia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Materiales y equipos.

Para el desarrollo del proyecto en esta investigación se ha utilizado Visual Studio Professional (2019).

Una base de datos es una colección de valores o datos que pueden ser números telefónicos, nombres de personas, valores numéricos, etc. Todos en la vida manejamos datos que necesitamos almacenar en algún lado. Para eso sirven las bases de datos, para guardar datos y usarlos cuando los necesitemos.

SQL se emplea para describir conjuntos de datos que pueden ayudarle a responder preguntas. Al usar SQL, debe utilizar la sintaxis



correcta. La sintaxis es el conjunto de reglas mediante las que se combinan correctamente los elementos de un idioma. La sintaxis SQL se basa en la sintaxis del idioma inglés y usa muchos de los mismos elementos que la sintaxis de Visual Basic para Aplicaciones (VBA).

SQL no se utiliza solo para manipular datos, sino también para crear y modificar el diseño de objetos de base de datos, como tablas. El elemento de SQL que se usa para crear y modificar objetos de base de datos se denomina lenguaje de definición de datos [3].

Métodos experimentales.

Como se muestra en la Figura 2 esta investigación tiene una duración de siete semanas para las cuales se elaboró un plan de trabajo que es el siguiente:

Semana 1: Definir el proyecto para resolver una problemática lo que se quiere realizar es una base de datos para una clínica de nutrición que facilite la comunicación, recopile la información necesaria en la que me basaré.

Semana 2: Realizar el plan de trabajo para las siguientes semanas e identificar que herramientas se utilizaran.

Semana 3: Empezar a crear el código para la base de datos en un esqueleto del mismo para luego verificar que funcione.

Semana 4: Comenzar a ingresar los datos y comparaciones del sistema para que así sea aún más acertado. Como se muestra en la Figura 4 para la creación de un registro de un paciente.

Semana 5: en cuanto a los códigos de las tablas verificar su funcionamiento, ver si hay problemas o si se necesita alguna modificación. La creación de estas, está registrada de la Figura 6 a la Figura 11.

Semana 6: trabajar en los detalles y la forma estética, agregar los últimos botones para su funcionamiento y un lugar para enviar toda la información que se registre en cada expediente como está explicado en la Figura 2 y la Figura 12.

Semana 7: Enviar mi documento de trabajo, mi artículo y todo lo que he hecho o utilizado para que el investigador lo revise y lo autorice, en caso de que me haga falta algo tenga algún error lo modificaré.

AGRADECIMIENTOS

Eduardo Vázquez Santacruz “asesor científico”, Roxana Méndez “recolección de datos”.

CONCLUSIONES

Existen muchas problemáticas en nuestro entorno las cuales con nuestro conocimiento y dedicación pueden ser resueltas aunque sean pequeñas. En conclusión el sistema que se hizo es un inicio para facilitar el trabajo de una clínica de nutrición creando un expediente de cada paciente en tres historiales como clasificación.

En un futuro se podría agregar una sección para que los doctores ingresen dietas, que hay un menú clasificado e incluso si la situación del paciente es delicada y tiene aparatos médicos para su uso personal estos datos puedan ser registrados continuamente por el paciente.

BIBLIOGRAFÍA

[1] <https://www.ncpro.org>

[2] <https://support.microsoft.com/es-es/office/access-sql-conceptos-b%C3%A1sicos-vocabulario-y-sintaxis-444d0303-cde1-424e-9a74-e8dc3e460671>



[3]

https://www.cienut.org/comite_internacional/consensos/pdf/consenso4_libro.pdf



ANEXOS

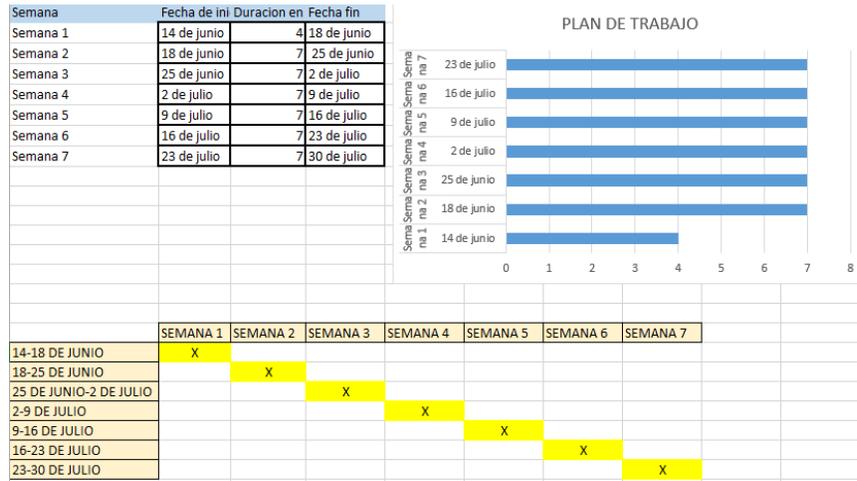


Figura 2. Plan de trabajo. Fuente: elaboración propia.

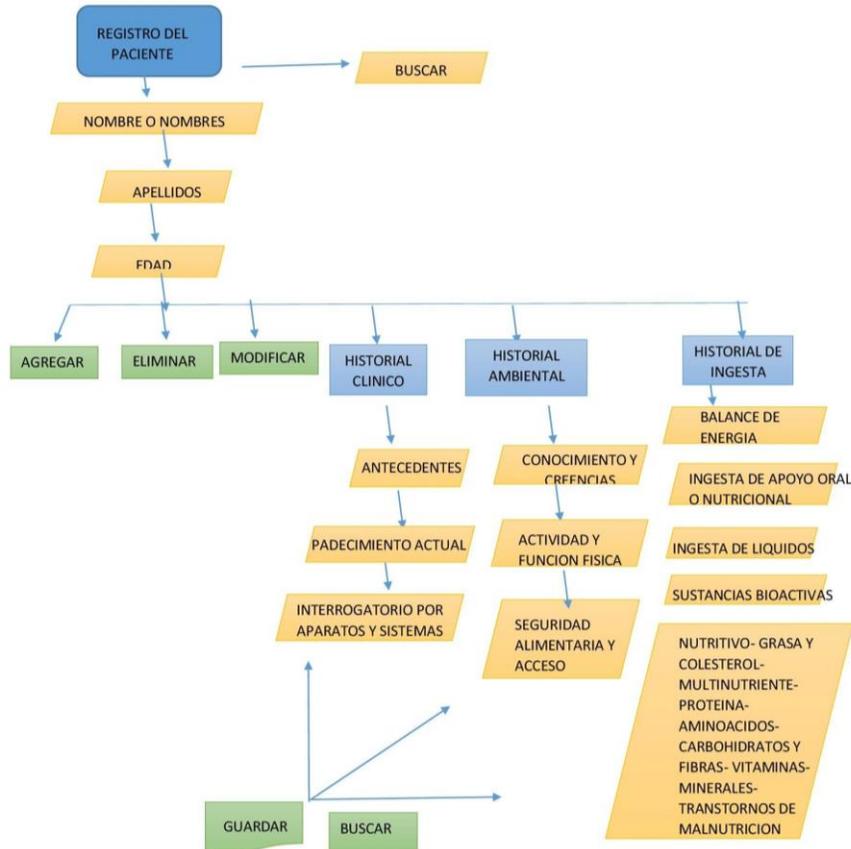




Figura 3. Funcionamiento del sistema]. Fuente: elaboración propia.

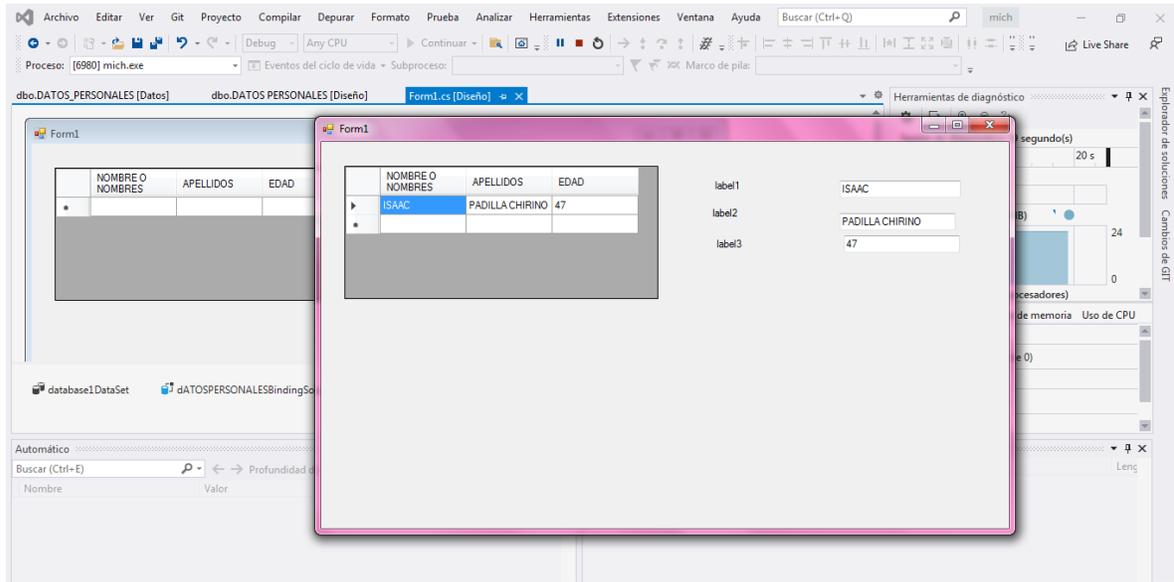


Figura 4. Para crear la base de datos se hizo una tabla para registrar los datos personales del paciente. Fuente: elaboración propia.

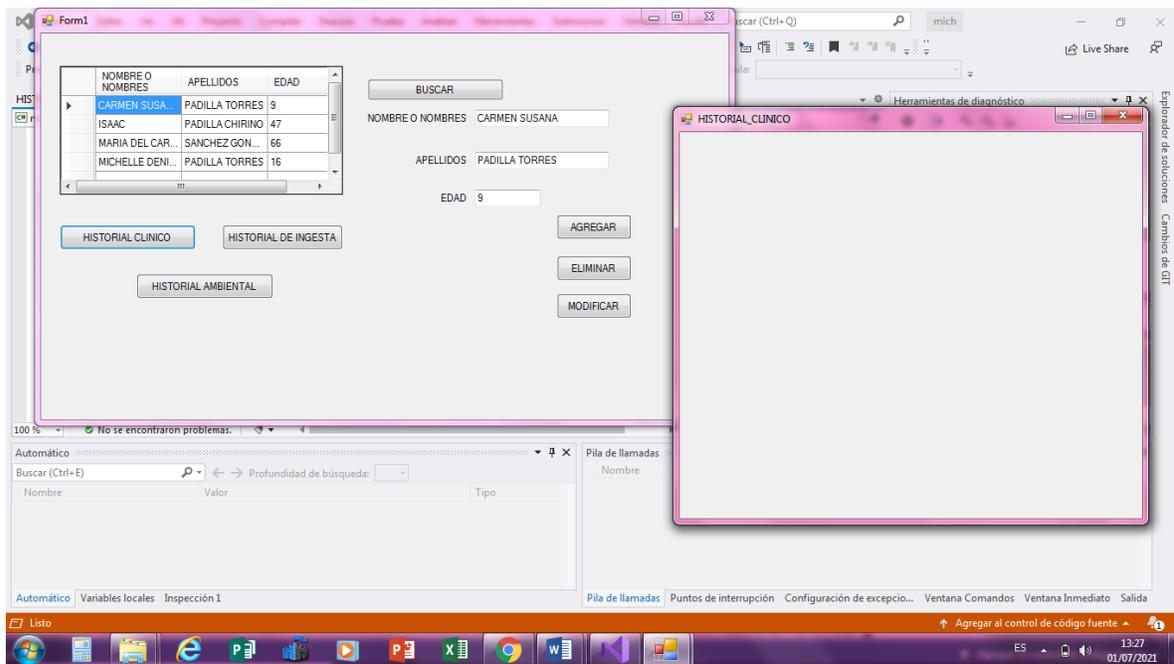


Figura 5. Se colocó diferentes botones para poder agregar, eliminar o modificar los datos, también para acceder a alguno de los historiales del paciente ya sea el clínico, de ingesta o ambiental. Fuente: elaboración propia.

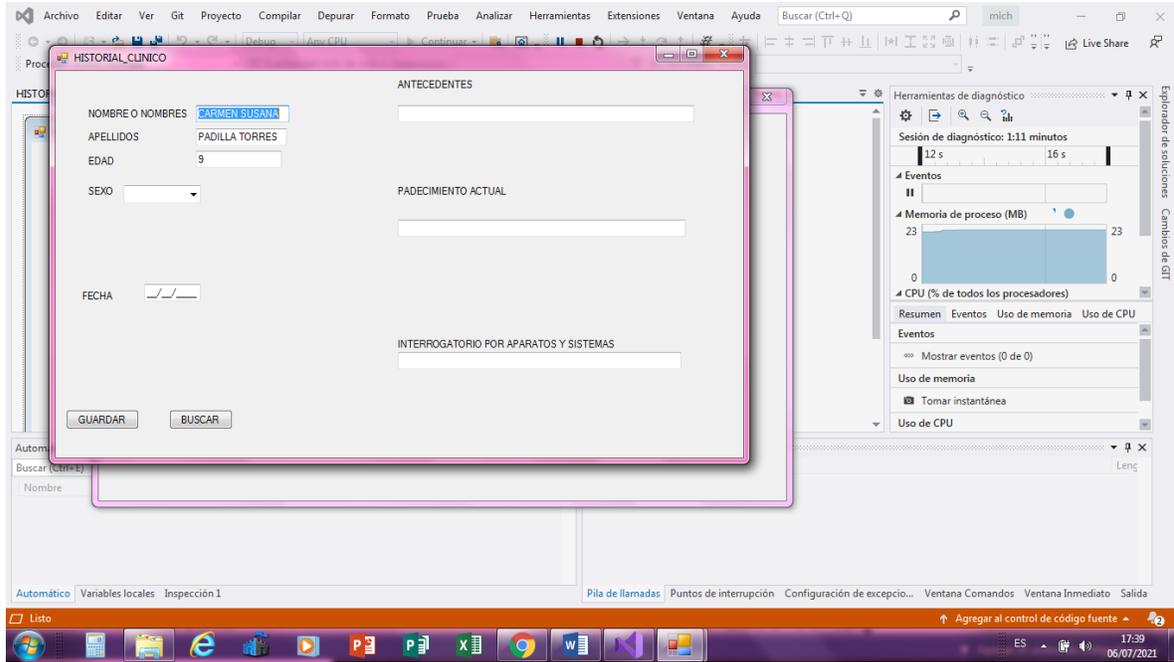


Figura 6. En el historial clínico de cada paciente se tendrán los antecedentes, algún padecimiento y lo que el médico observe. Fuente: elaboración propia.

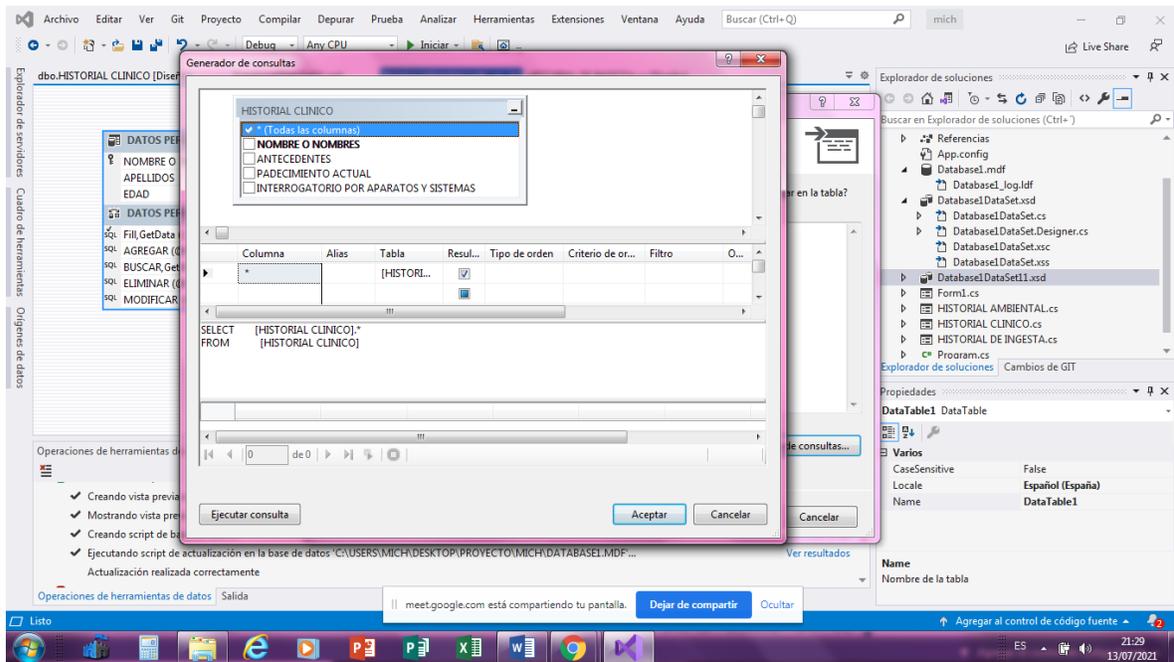


Figura 7. Se muestra la creación la tabla de los datos para el Historial Clínico. Fuente: elaboración propia.

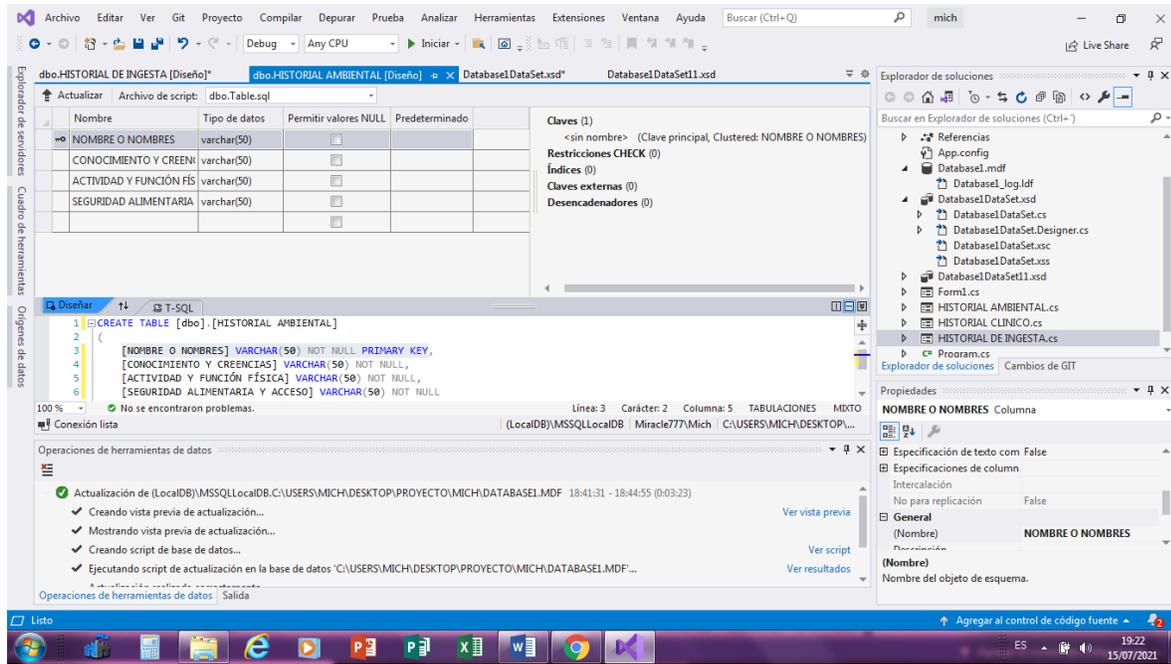


Figura 8. Creación de la tabla para el Historial Ambiental con los datos. Fuente: elaboración propia.

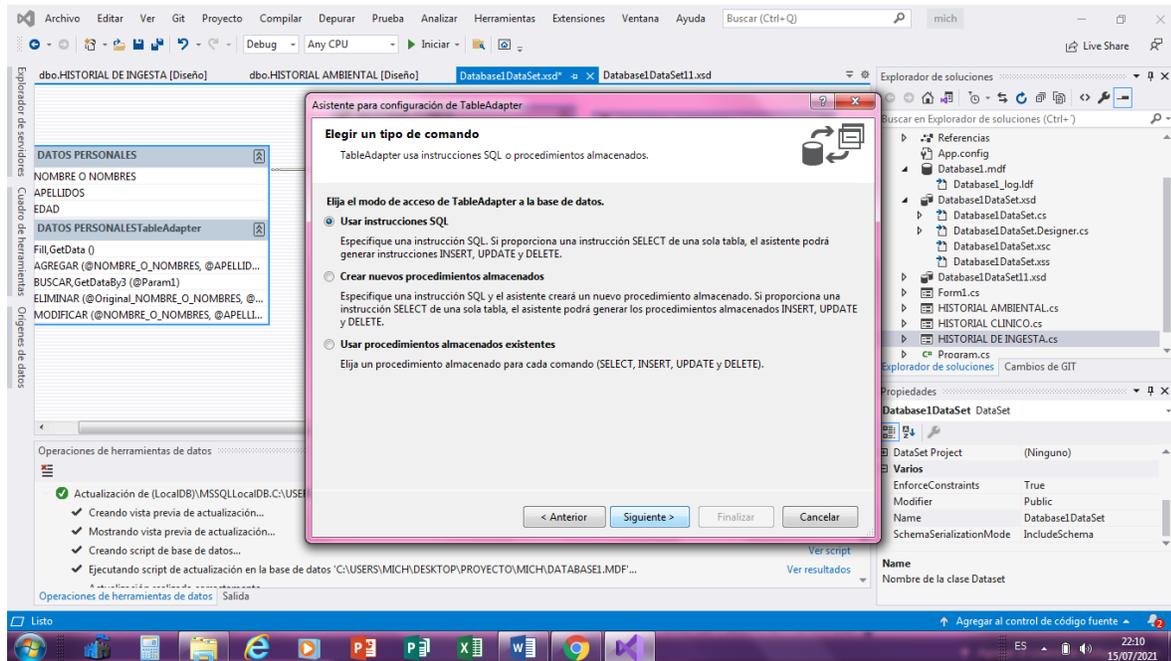


Figura 9. Todas las tablas que se hicieron tienen instrucciones SQL. Fuente: elaboración propia.

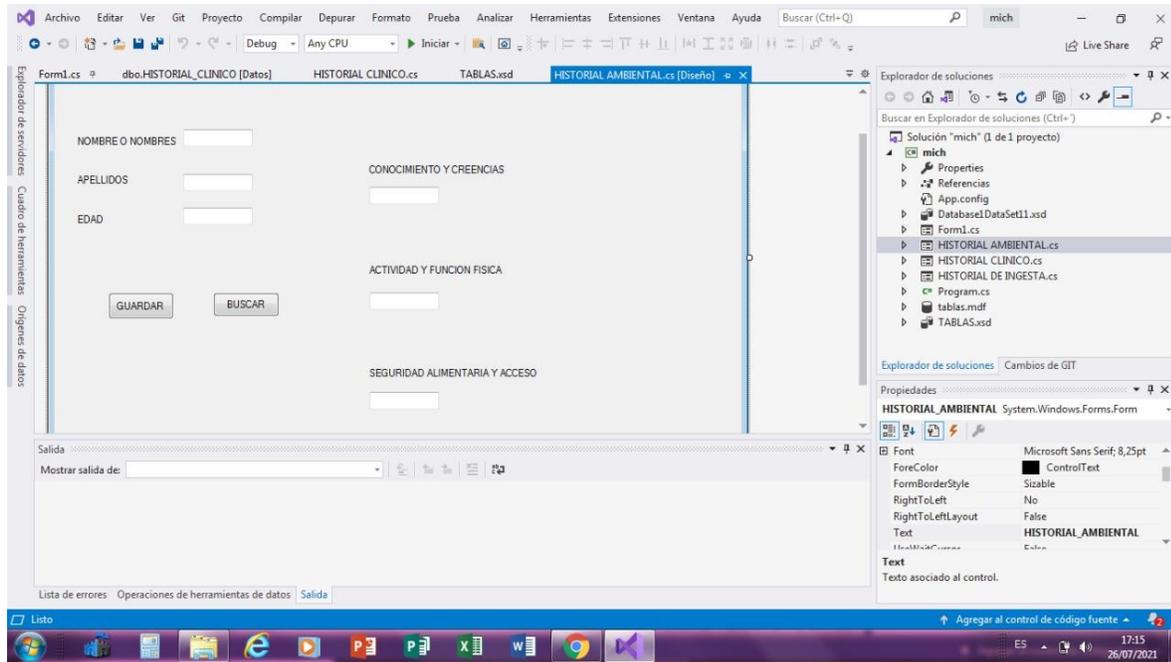


Figura 10. Así es como el sistema mostrara el historial ambiental al apretar su botón. Fuente: elaboración propia.

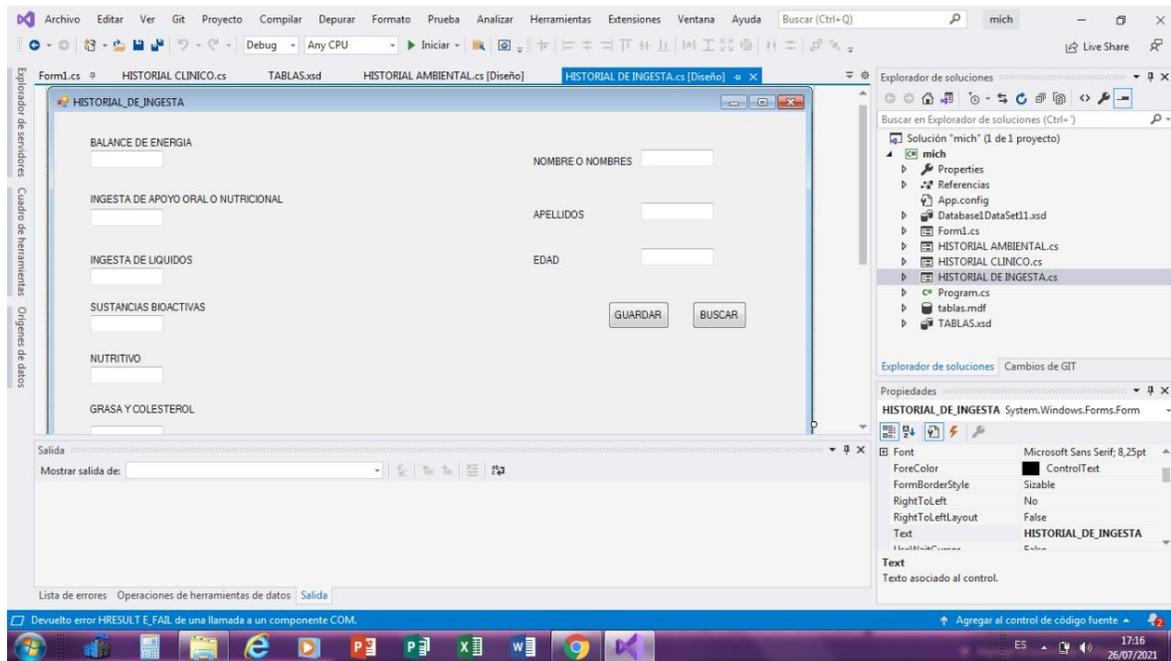


Figura 11. Y para el botón de historial de ingesta. Fuente: elaboración propia.

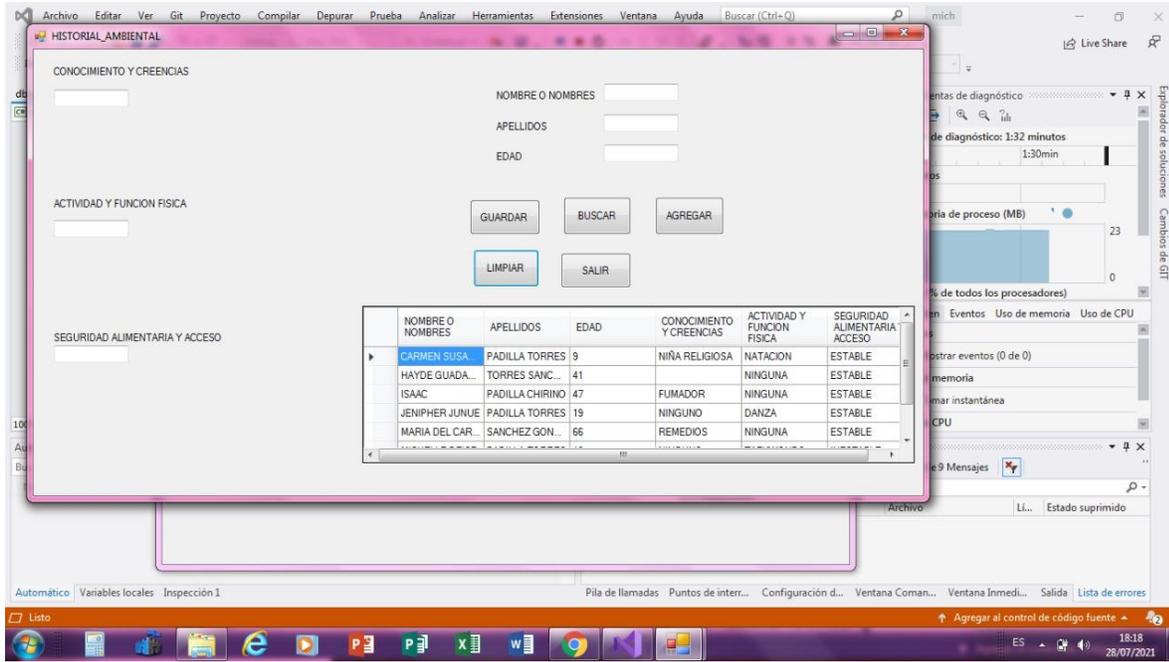


Figura 12. Cada historial o formulario tiene una tabla en la cual se almacena la información, solo que no es visible. Fuente: elaboración propia.



Sistema de Reconocimiento Facial Aplicado a la Seguridad de una Guardería

Serret Martínez Paola Alejandra¹, Eduardo Vázquez Santacruz²

paolaa.serretm@gmail.com,
evazquez.santacruz@izt.uam.mx

Contacto:
evazquez.santacruz@izt.uam.mx
+52 55 1278 1948

Área de Investigación del artículo:
Inteligencia Artificial

Serret Martínez Paola Alejandra, Preparatoria, Técnico en sistemas digitales, CECYT 1 (IPN); Eduardo Vázquez Santacruz, Doctorado, Departamento de Ingeniería Electrónica Universidad Autónoma Metropolitana

RESUMEN: *El siguiente documento muestra a detalle la elaboración y resultados obtenidos de un sistema de reconocimiento facial aplicado a la seguridad de una guardería, al igual que lo importante que son, sus usos y aplicaciones.*

Dicho sistema funciona para que se registre con una matrícula el menor y los tutores, se capturan diferentes imágenes y se lleva a cabo si el reconocimiento de alguna persona coincide con las imágenes guardadas, de lo contrario será un desconocido y no se permitirá el acceso.

Este proyecto beneficia a las guarderías, ya que con ello se incrementará la seguridad en las mismas y los tutores tendrían más seguridad de dejar a sus hijos en dicho lugar. Es importante aclarar que uno de los puntos que debe de cumplir las guarderías

es preservar la seguridad de los menores de edad de terceras personas.

Este método también es algo más higiénico, ya que solo es cuestión de capturar el rostro de las personas, con ello, no se requiere el contacto con otras personas más.

PALABRAS CLAVE: *Alineación, detección, guardería, reconocimiento facial, seguridad.*

ABSTRACT: *The following document shows in detail the development and results obtained from a facial recognition system applied to the security of a nursery, as well as how important they are, their uses, and applications.*



This system works so that the minor and the guardians are registered with a license plate, different images are captured and it is carried out if the recognition of a person coincides with the saved images, otherwise, it will be a stranger and access will not be allowed.

This project benefits the nurseries since this will increase their security and the tutors would have more security to leave their children in that place. It is important to clarify that one of the points that daycare centers must comply with is to preserve the safety of minors from third parties.

This method is also somewhat more hygienic since it is only a matter of capturing people's faces, thus, contact with other people is not required.

KEYWORDS: *Alignment, detection, nursery, facial recognition, security.*

INTRODUCCIÓN (título mayúscula)

El tema es factible porque se cuenta con una gran variedad de información en internet y herramientas y/o programas como OpenCV que se facilitará la creación del sistema de reconocimiento facial.

El propósito de esta investigación es recabar la información de este proceso de elaboración del sistema para su implementación en la guardería y divulgar el procedimiento y antecedentes utilizados.

Nos puede ayudar a divulgar la información a otras personas sobre la importancia de la implementación de sistemas de reconocimiento facial, ya que ofrece numerosas posibilidades para que los padres tengan la confianza de que todo está

monitoreado en la guardería y que están a salvo sus hijos.

Bien es sabido que todas las guarderías toman sus medidas de prevención a la hora de proteger a los menores en cuestión de alejarlos de todos los peligros al interior de la estancia, sin embargo, debemos de tomar en cuenta que también hay peligros al exterior, dicho esto se refiere que, aunque el personal conozca a los padres de familia, puede haber situaciones en que haya un cierto descuido de dicho personal, ocasionando que algún extraño y/o conocido pueda aprovechar esta situación para sustraer a un menor sin la autorización del tutor. Es por ello que la implementación de un sistema de reconocimiento facial, puede ser un gran mecanismo para controlar las salidas de los menores.

El proyecto que se está llevando a cabo es sobre desarrollar un detector de rostros con el fin de que este mismo ayude a incrementar la seguridad en las guarderías, ya que con este programa se podrá verificar que la(s) persona(s) que recoja al niño sea la registrada en el sistema, de esta manera se garantizará el bienestar del menor.

El sistema consistirá primero en poner comandos que detecten el rostro con una cámara web, acto siguiente, será que este mismo reconozca el nombre de la persona, después se relacionará esos rostros para verificar que coincida con el tutor o tutores del niño, si en el caso que este rostro no coincidiera se lanzará un mensaje de aviso.

El objetivo general es diseñar y desarrollar un sistema de detector de rostros que permita incrementar la seguridad en las guarderías. Los objetivos específicos son, verificar que la(s) persona(s) que recoja al niño sea la registrada en el sistema y divulgar la información a otras personas sobre la



importancia de la implementación de sistemas de reconocimiento facial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Antecedentes.

La primera infancia requiere cuidados especiales, y la guardería, como lugar para el desarrollo del niño durante esta primera etapa, debe tener en cuenta algunas necesidades de cuidado y educación.

Las llamadas guarderías son espacios institucionales de educación, tanto públicos como privados, que actúan en el cuidado de niños en edad preescolar. Estos centros deben ser regulados o supervisados por los gobiernos, a través de los organismos competentes de cada ciudad [1].

Toda guardería tiene tres funciones destacadas:

- Ofrecer un contexto educativo y de desarrollo para los niños y niñas.
- Dar un servicio para las familias que creen que la guardería es importante para el desarrollo de sus hijos, o para las familias en que los padres trabajan.
- Es un apoyo para los padres y madres en la educación de los hijos.

La guardería infantil debe facilitar el desarrollo integral de niños y niñas. El primer contexto del niño, es su propia familia, y la guardería debe ser un entorno, al igual que la familia, rico en relaciones, oportunidades y retos, que dé respuesta a sus necesidades y amplíe y diversifique las experiencias vividas en su contexto familiar.

A su vez, la guardería infantil es un servicio para las familias que, o bien consideran que es un lugar que favorece el desarrollo de su hijo/a, o bien, no pueden hacerse cargo de la educación y cuidado del bebé durante parte del día, por motivos laborales. Un lugar donde jugar, relacionarse con otros niños, disfrutar de

espacios y materiales especialmente pensados para ellos, actividades y propuestas educativas, claves para fomentar su desarrollo. La pérdida de la familia extensa ha propiciado padres y madres que no han tenido ninguna experiencia previa en el cuidado y educación de niños o niñas. Por eso, la guardería es un puente de confianza entre padres y madres y educadores, para que puedan compartir expectativas y proyectos sobre la educación de sus hijos [2].

La Dirección General de Estudios sobre Consumo (DGEC) de Profeco realizó una encuesta a 700 guarderías en los 32 estados de la república mexicana con el fin de brindarte información sobre características del servicio, costos y horarios, entre otros resultados [3].

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), las decisiones de trabajar fuera del hogar y contratar servicios de guardería son probablemente simultáneas para mujeres que no tienen una red de apoyo accesible, como algún familiar o amistad que cuide de sus hijos.

La Encuesta Nacional de Empleo y Seguridad Social (ENESS) de 2017 muestra que la mayoría de los hijos de madres trabajadoras son cuidados por la abuela (55%) o son llevados a una guardería (16%), entre otros (Ver Figura 1).

La prestación de los servicios de atención, cuidado y desarrollo integral infantil se ofrece a través de diversas instituciones las cuales ofrecen modelos de atención que consideran enfoques y coberturas distintas.

En México existen guarderías privadas y diferentes instituciones y programas de apoyo para el cuidado infantil como DIF, SEP, IMSS e ISSSTE, estas dependencias ofrecen el servicio por prestación directa o bajo un modelo de servicios subrogados (contratación



de un actor privado para que cumpla con la prestación del servicio).



Figura 1. Gráfica la encuesta Nacional de Empleo y Seguridad social. Fuente: INEGI 2017.

La prestación de los servicios de atención, cuidado y desarrollo integral infantil se ofrece a través de diversas instituciones las cuales ofrecen modelos de atención que consideran enfoques y coberturas distintas.

En México existen guarderías privadas y diferentes instituciones y programas de apoyo para el cuidado infantil como DIF, SEP, IMSS e ISSSTE, estas dependencias ofrecen el servicio por prestación directa o bajo un modelo de servicios subrogados (contratación de un actor privado para que cumpla con la prestación del servicio).

El Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, DENUÉ interactivo 04/2019, tiene registro de 13,571 guarderías. La mayor concentración se da en el Estado de México y la Ciudad de México que junto con otras siete entidades conforman 51% del total nacional.

A partir de este año, el Gobierno de México trabaja bajo un esquema coordinado entre las instituciones del sistema de salud, el Sistema DIF y los gobiernos locales en la aplicación de los nuevos lineamientos de las Estancias infantiles adscritas a la Secretaría de Bienestar [3].

La Ley General de Prestación de Servicios para la Atención, Cuidado y Desarrollo Integral Infantil, tiene como propósito coordinar, mejorar y evaluar la prestación de servicios para la atención, cuidado y desarrollo integral infantil. Su cumplimiento y aplicación corresponde al Ejecutivo Federal a través de sus dependencias y entidades.

Esta Ley define como centros de atención infantil a los espacios, de modalidad pública privada o mixta, donde se prestan servicios para la atención, cuidado y desarrollo integral infantil desde los cuarenta días de nacidos.

Las modalidades en las que se presta el servicio son:

- Pública: Aquella financiada y administrada ya sea por la federación, los estados, los municipios, la Ciudad de México o sus órganos políticos administrativos, o bien por sus instituciones.
- Privada: Aquella cuya creación, financiamiento, operación y administración solo corresponde a particulares.
- Mixta: Aquella en la cual la federación o los estados o los municipios o la Ciudad de México y sus órganos políticos administrativos participan en el financiamiento, instalación o administración con instituciones sociales o privadas.

Brindar la máxima seguridad e higiene a los más pequeños es una tarea que todas las guarderías y centros de educación infantil tienen que cumplir, y para ello es necesario que se ejecuten todas las medidas de seguridad necesarias que garanticen la integridad, tanto física como psíquica de los menores. Poder dejar a nuestros hijos en un entorno seguro y saludable, con una higiene impecable, es un derecho para los padres y una obligación para las guarderías.



Existe una legislación sobre seguridad en guarderías a nivel nacional, aunque cada Comunidad Autónoma mejora esta ley nacional con legislaciones particulares, añadiendo mejoras sobre los requisitos que deben cumplir los centros infantiles en lo que respecta al cuidado de los menores.

La seguridad infantil tanto en guarderías como en escuelas infantiles, debe ser siempre una prioridad y los responsables nunca deberán bajar la guardia en ninguno de los múltiples aspectos sobre seguridad e higiene.

La ley que establece los requisitos que deben cumplir las guarderías queda recogido en la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo o LOGSE y en la Ley Orgánica de Educación o LOE, pero, además, cada Comunidad Autónoma tiene su propia normativa para incrementar la seguridad e higiene en las guarderías [4].

La actividad cotidiana, el fomento de las relaciones sociales y la intervención singularizada son los ejes educativos de las guarderías. Lo que todos esperamos de una guardería es que sea un espacio que ofrezca propuestas al alcance de los niños, que posibilite el trabajo en pequeños grupos y la autonomía.

Debe tener en cuenta la diversidad de las diferentes necesidades de cada niño y debe permitir el descubrimiento de las propias capacidades, en resumen:

- Espacios diáfanos, amplios e interrelacionados.
- Espacios transparentes y soleados.
- Espacios educativos. La disposición del espacio debe hacer posible la aplicación de los planteamientos pedagógicos del proyecto de centro.
- Pero también espacios accesibles y seguros [5].

¿Qué es el reconocimiento facial?

El reconocimiento facial es la tecnología que tiene como objetivo reconocer a una persona realizando un análisis biométrico de su rostro. Este tipo de análisis tiene en cuenta las características biométricas del rostro como el tamaño de la cabeza o la distancia entre los ojos (véase en la Figura 2).

El reconocimiento facial hace uso de patrones matemáticos únicos y dinámicos asociados a cada persona, convirtiendo a esta tecnología en una de las más eficaces y seguras para verificar la identidad de una persona.

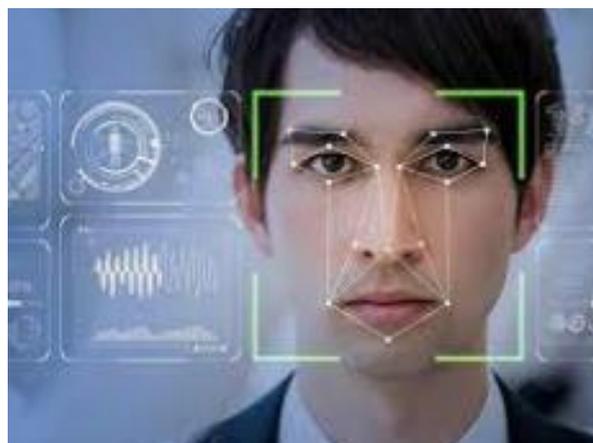


Figura 2. Ilustración de reconocimiento facial.
Fuente: Desconocida.

¿Cómo funciona?

El sistema de reconocimiento facial tiene la entrada en forma de imagen o flujo de vídeo y la salida en forma de identificación o verificación del sujeto que aparece en la imagen o vídeo. Hay varias maneras en que se puede diseñar el software de reconocimiento facial, la mayoría de ellas tienen estas tres etapas principales:

1. Detección
2. Alineación
3. Reconocimiento



1. Detección

Es la computadora la que determina la ubicación y el tamaño de los rostros humanos en imágenes arbitrarias (digitales). Detecta rasgos faciales e ignora cualquier otra cosa, como edificios, árboles y cuerpos. Entonces, lo primero que tiene que hacer la computadora es identificar si hay una cara frente a ella o no.

La detección facial es algo en lo que los investigadores trabajaron desde hace un tiempo. Todo comenzó en 1973 cuando Kanade ideó el método del «primer sistema automatizado». Desde este descubrimiento, se han inventado varios métodos de detección de rostros.

2001 se convirtió en un año revolucionario para la detección de rostros porque el marco de detección de objetos de Viola-Jones es el primer algoritmo que detecta rostros en tiempo real.

El algoritmo recibe una foto como un conjunto de datos para el valor de color de cada píxel individual. Para saber dónde está la cara en la imagen o en un vídeo, busca áreas de contrastes, entre las partes claras y oscuras de la imagen, como que el puente de la nariz suele ser más claro que el área circundante en ambos lados, las cuencas de los ojos. son más oscuros que la frente.

Al escanear repetidamente los datos de la imagen calculando la diferencia entre los valores de píxeles de escala de grises debajo de los cuadros blancos y los cuadros negros, el programa puede detectar rostros [6].

2. Alineación

Los primeros intentos de identificación facial intentaron imitar este método humano. La computadora dividiría la cara en puntos de referencia visibles llamados puntos nodales, que incluyen cosas como la profundidad de las cuencas de los ojos, la distancia entre los ojos

y el ancho de la nariz. Las diferencias entre estas áreas se usarían luego para crear un código único, la impresión del rostro de una persona. Pero había un problema: realmente no puedes obtener la misma vista de tu rostro en dos fotos. Nuestras caras están en constante cambio, simplemente no son estáticas, como huellas dactilares.

La solución a este problema es crear un modelo 3D de una cara. Entonces, la alineación se logra mediante el modelado 3D de la cara y el uso del modelo 3D para deformar la cara a una representación frontal canónica.

3. Reconocimiento

El reconocimiento real es la clasificación de las caras detectadas, alineadas y normalizadas en identidades conocidas. Básicamente, responde a la pregunta "¿Quién es?". Por lo general, consta de muchas etapas diferentes de representación en redes neuronales convoluciones profundas. Empuja los datos recibidos a través de múltiples clasificadores para averiguar la identidad de la persona. La decisión final se puede tomar mediante una simple operación de umbral en la medida de disimilitud [6].

En la Figura 3 se puede observar las etapas del reconocimiento facial.

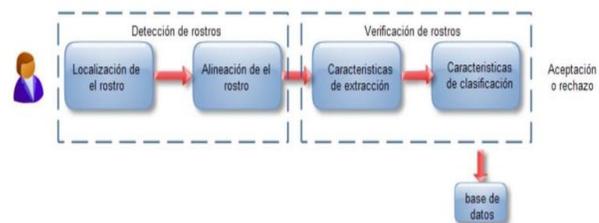


Figura 3. Etapas de un reconocimiento facial..
Fuente: *Elaboración propia.*

Funcionamiento General

A pesar de que existen distintas tecnologías empleadas para realizar un reconocimiento



facial, el funcionamiento general sigue el mismo patrón.

Capturar Imagen

El primer paso es el de capturar la imagen de la persona que va a ser identificada. Aunque bien es cierto que con una toma de imagen frontal de calidad se obtienen los mejores resultados, el avance de esta tecnología permite que variaciones en la posición del rostro o utilizando imágenes sin una alta definición se puedan obtener resultados fiables.

Al capturar la imagen no será necesario utilizar un dispositivo fotográfico especial, ya que en esta tecnología tiene mayor importancia el software empleado.

Analizar imagen

El siguiente paso es la extracción de características faciales para obtener la información biométrica y así poder realizar un análisis y poder conformar un patrón biométrico facial. En el rostro humano hay una gran cantidad de puntos característicos (puntos nodales) como la distancia de los ojos o la forma de los pómulos.

Comparar imagen

Para realizar la comparación se suelen utilizar imágenes en 2D pues permiten una mayor y mejor combinación y así acceder a bases de datos u otras fuentes de comparación.

Toma de decisión

La parte final del proceso es la toma de la decisión de qué foto coincide en mayor porcentaje o tiene mayor similitud. De esta forma se podrá identificar a las personas con un alto grado de fiabilidad [7]

Uso de la tecnología de reconocimiento facial

La parte final del proceso es la toma de la decisión de qué foto coincide en mayor porcentaje o tiene mayor similitud. De esta forma se podrá identificar a las personas con un alto grado de fiabilidad [7].

Usos de la tecnología de reconocimiento facial Son muchas las utilidades que se dan a la tecnología de reconocimiento facial. A continuación, indicamos las principales.

- Acceder a dispositivos personales. Desbloquear tu teléfono con sus huellas digitales es una tendencia común ahora. Pero después del Apple Event 2017, el mundo está interesado en la próxima gran novedad y es desbloquear sus dispositivos personales con la cara. El iPhone 8 y el iPhone X iniciaron la moda del reconocimiento facial para aplicaciones móviles y teléfonos, y parece que se mantendrá por un tiempo.
- Desbloqueo de vehículos. Gartner predice que la cantidad de dispositivos conectados a IoT alcanzará los 20 mil millones en 2021. Los primeros ejemplos que me vienen a la mente son los automóviles. Hoy en día, los automóviles pueden reconocer y responder a los entornos circundantes, incluso estamos acostumbrados a este pensamiento. Gracias al aprendizaje automático, los vehículos autónomos nos rodean. Pero, ¿qué pasaría si realmente reconocieran a sus dueños? Eso sería bastante sorprendente.
- Asegurar los datos
- Seguimiento de seguridad
- Guardería
- Interacciones de robots sociales

Control de acceso

Una de las características más importantes de la tecnología de reconocimiento facial en una aplicación de gestión de visitantes es el control



de acceso óptimo. Los sistemas habituales, como los sensores de huellas dactilares o las simples tarjetas deslizantes de plástico, se pueden manipular fácilmente. La tecnología de reconocimiento facial contrarresta los inconvenientes de los sistemas tradicionales de una manera más eficaz.

La comparación de rostros permite que el sistema adopte un enfoque más confiable al otorgar acceso y permiso a una persona. Hace que todo el sistema de seguridad sea robusto y proporciona al administrador un mayor control [6].

Ventajas del reconocimiento facial

Con el uso de esta tecnología aplicada a la seguridad empresarial o personal se consiguen una serie de beneficios (véase en la figura 4 junto con el significado de reconocimiento facial) como:

- Mayor precisión en el proceso de identificación, en comparación con otros sistemas.
- Al no necesitar de contacto físico es un método más higiénico.
- Disminuye las posibilidades de que se produzcan robos de identidad, permitiendo evitar sabotajes en controles de acceso, por ejemplo.
- Es compatible con otros métodos biométricos [7].

Procedimiento para el sistema de reconocimiento facial

En la Figura 5 nos muestra el diagrama de flujo que se llevará a cabo.

Se llevó a cabo la exploración en la página de OpenCV tal y como se ve en la Figura 6.

Acto seguido se descargó Python 3.8.2. tal y como se ve en la Figura 7.

Se llevó a cabo la descarga de OpenCV como se indica en la Figura 8.

Se hizo la descarga de Pycharm y haarcasde.frontalface_default.xml tal y como se ve en la Figura 9 y Figura 10.



Figura 6. Exploración de la página de OpenCV. Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Página de descarga para Python 3.8.2. Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Página de descarga para OpenCV. Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. Página de descarga para PyCharm. Fuente: Elaboración propia.

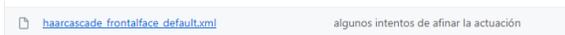


Figura 10. Archivo de descarga para haarcascade_frontalface_default.xml. Fuente: Elaboración propia.

En un archivo nombrado webcam.py se le puso los siguientes comandos tal y como se ve en la Figura 11 y Figura 12 los cuales son para que se pueda ingresar una matrícula con la cual se guardara la carpeta en donde vendrán las imágenes capturadas del menor.

Al correr el programa podemos notar que primero nos aparece un espacio en donde debemos anotar como se le pondrá a la matrícula del menor tal y como se muestra en la Figura 13.

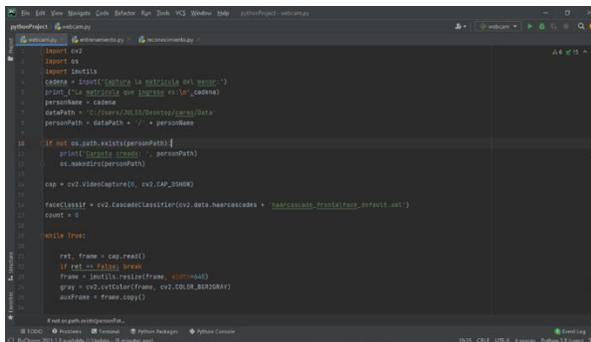


Figura 11. Comandos para guardar imágenes. Fuente: Elaboración propia.

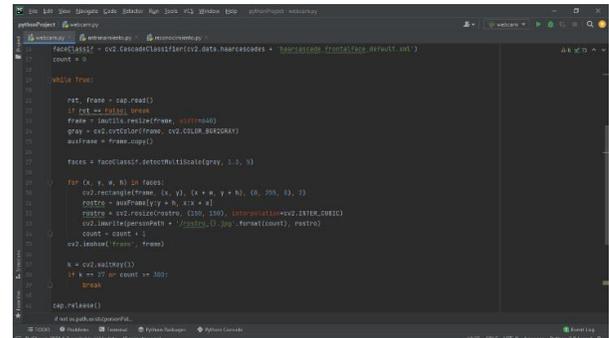


Figura 12. Comandos para guardar imágenes. Fuente: Elaboración propia.

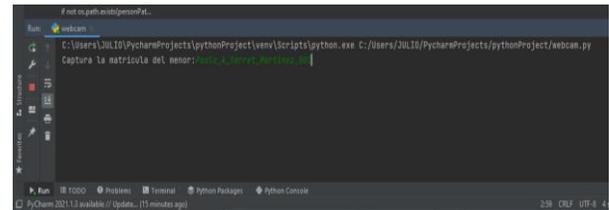


Figura 13. Matrícula ingresada del menor. Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la Figura 14 como se creó automáticamente la carpeta, acto seguido se comienza a capturar el rostro (véase en la Figura 15) y se guardan las imágenes sacadas por la cámara web en dicha carpeta creada con el nombre de la matrícula que se ingresó anteriormente tal y como se ve en la Figura 16.

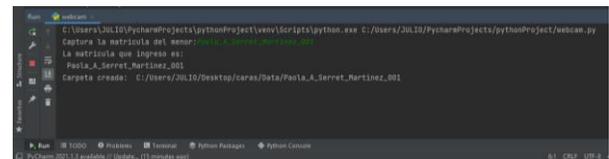


Figura 14. Se indica como se guardó la matrícula y la carpeta creada automáticamente. Fuente: Elaboración propia.

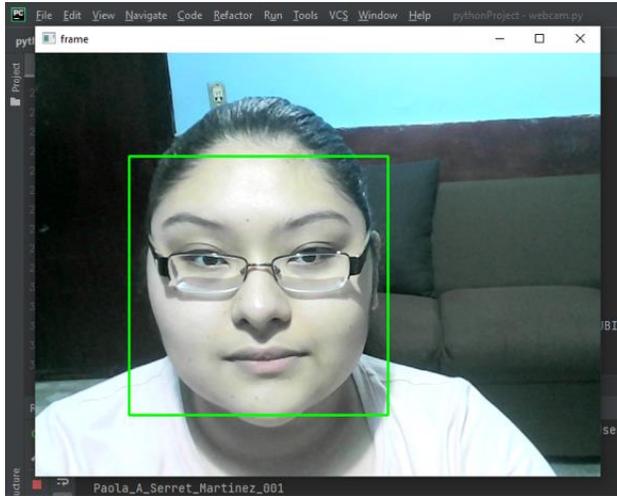


Figura 15. Persona detectada con la cámara. Fuente: Elaboración propia.

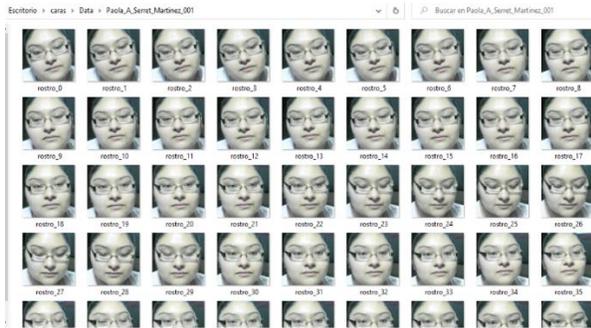


Figura 16. Imágenes guardadas de la persona detectada. Fuente: Elaboración propia.

En el mismo archivo nombrado webcam.py solo se le cambió para que aparezca que capture la matrícula del tutor como se muestra en la Figura 17.



Figura 17. Comandos para guardar imágenes. Fuente: Elaboración propia.

Al darle play al programa podemos notar que primero nos aparece un espacio en donde debemos anotar como se le pondrá a la matrícula del tutor tal y como se muestra en la Figura 18.

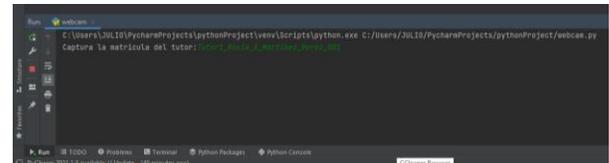


Figura 18. Matrícula ingresada del tutor. Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la Figura 19 como se generó automáticamente la carpeta, después se comienza a capturar el rostro (véase en la Figura 20) y se guardan las imágenes sacadas por la cámara web en dicha carpeta generada con el nombre de la matrícula que se ingresó anteriormente tal y como se ve en la Figura 21.

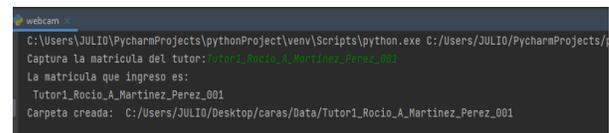


Figura 19. Se indica como se guardó la matrícula y la carpeta creada automáticamente. Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. Persona detectada con la cámara. Fuente: Elaboración propia.

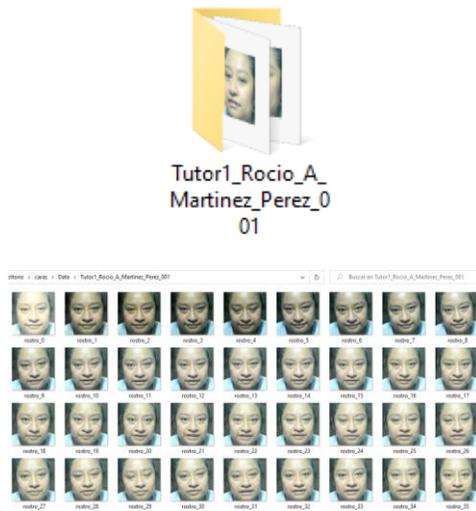


Figura 21. Imágenes guardadas de la persona detectada. Fuente: Elaboración propia.

Otra vez le damos play al programa para ingresar la matrícula del segundo tutor tal y como se ve en la figura 22.

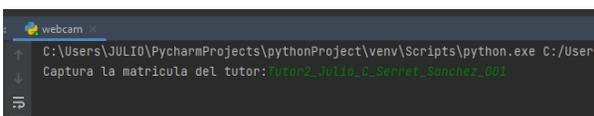


Figura 22. Matrícula ingresada del tutor. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 23 se muestra cómo se creó automáticamente la carpeta, después se comienza a capturar el rostro (véase en la Figura 24) y se guardan las imágenes sacadas por la cámara web en dicha carpeta creada con el nombre de la matrícula que se ingresó anteriormente tal y como se ve en la Figura 25.

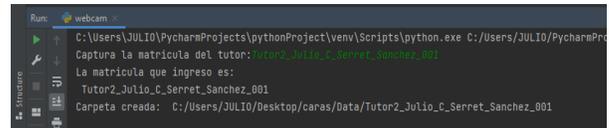


Figura 23. Se indica como se guardó la matrícula y la carpeta creada automáticamente. Fuente: Elaboración propia.

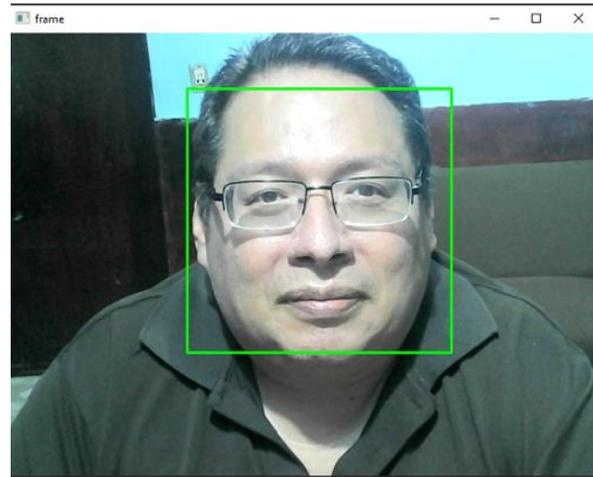


Figura 24. Persona detectada con la cámara Fuente: Elaboración propia.



Año 2021 | No. I

Congreso Interdisciplinario de Ingenierías

ISSN: 2395-9649

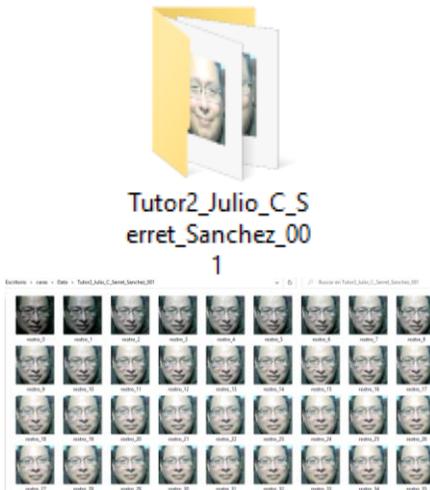


Figura 25. Imágenes guardadas de la persona detectada. Fuente: Elaboración propia.

Después en el entrenamiento se usaron los siguientes comandos como se puede ver en la Figura 26 y Figura 27, luego al darle play se generó un modelo lo cual lo podemos ver en la Figura 28.

```

import cv2
import numpy as np
import os
datapath = 'C:/Users/Julio/Desktop/Carry/Data'
peopleList = os.listdir(datapath)
labels = []
facesData = []
label = 0
for nameDir in peopleList:
    personPath = datapath + '/' + nameDir
    print('Cargando los datos...')
    for filename in os.listdir(personPath):
        labels.append(nameDir)
        labels.append(labels)
        facesData.append(cv2.imread(personPath + '/' + filename_1))
        img = cv2.imread(personPath + '/' + filename_2)
        cv2.imshow('img', img)
        cv2.waitKey(0)
        label = label + 1
    print('Labels: ', labels)
    print('Número de etiquetas: ', np.count_nonzero(np.array(labels)))
    print('Número de etiquetas: ', np.count_nonzero(np.array(labels)))
face_recognizer = cv2.FaceRecognizer_create()
face_recognizer = cv2.FaceRecognizer_create()
    
```

Figura 26. Comandos para que se genere un modelo. Fuente: Elaboración propia.

```

import cv2
import os
import sys
datapath = 'C:/Users/Julio/Desktop/Carry/Data'
imgPaths = os.listdir(datapath)
print('Cargando los datos...')
face_recognizer = cv2.FaceRecognizer_create()
face_recognizer = cv2.FaceRecognizer_create()
face_recognizer = cv2.FaceRecognizer_create()
# Leer los datos
face_recognizer.read('models/face_recognizer.yml')
face_recognizer.read('models/face_recognizer.yml')
face_recognizer.read('models/face_recognizer.yml')
img = cv2.imread(imgPaths[0])
face = face_recognizer.detectMultiScale(img, 1.3, 5)
for (x,y,w,h) in faces:
    cv2.rectangle(img,(x,y),(x+w,y+h),(0,255,0),2)
    cv2.putText(img, format(result,(x,y-5),1,1,(150,250,0),1,cv2.LINE_AA),
                (x,y-5), 0, cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    cv2.putText(img, format(result,(x,y-5),1,1,(150,250,0),1,cv2.LINE_AA),
                (x,y-5), 0, cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    cv2.putText(img, format(result,(x,y-5),1,1,(150,250,0),1,cv2.LINE_AA),
                (x,y-5), 0, cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    cv2.imshow('img', img)
    cv2.waitKey(0)
    cv2.destroyAllWindows()
    
```

Figura 27 Comandos para que se genere un modelo.. Fuente: Elaboración propia.

Luego en el archivo nombrado reconocimiento.py se utilizaron los siguientes comandos tal y como se ven en la Figura 29 y Figura 30.

```

import cv2
import os
import sys
datapath = 'C:/Users/Julio/Desktop/Carry/Data'
imgPaths = os.listdir(datapath)
print('Cargando los datos...')
face_recognizer = cv2.FaceRecognizer_create()
face_recognizer = cv2.FaceRecognizer_create()
face_recognizer = cv2.FaceRecognizer_create()
# Leer los datos
face_recognizer.read('models/face_recognizer.yml')
face_recognizer.read('models/face_recognizer.yml')
face_recognizer.read('models/face_recognizer.yml')
img = cv2.imread(imgPaths[0])
face = face_recognizer.detectMultiScale(img, 1.3, 5)
for (x,y,w,h) in faces:
    cv2.rectangle(img,(x,y),(x+w,y+h),(0,255,0),2)
    cv2.putText(img, format(result,(x,y-5),1,1,(150,250,0),1,cv2.LINE_AA),
                (x,y-5), 0, cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    cv2.putText(img, format(result,(x,y-5),1,1,(150,250,0),1,cv2.LINE_AA),
                (x,y-5), 0, cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    cv2.putText(img, format(result,(x,y-5),1,1,(150,250,0),1,cv2.LINE_AA),
                (x,y-5), 0, cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    cv2.imshow('img', img)
    cv2.waitKey(0)
    cv2.destroyAllWindows()
    
```

Figura 29. Comandos para detectar el rostro de la persona y su nombre. Fuente: Elaboración propia.

```

import cv2
import os
import sys
datapath = 'C:/Users/Julio/Desktop/Carry/Data'
imgPaths = os.listdir(datapath)
print('Cargando los datos...')
face_recognizer = cv2.FaceRecognizer_create()
face_recognizer = cv2.FaceRecognizer_create()
face_recognizer = cv2.FaceRecognizer_create()
# Leer los datos
face_recognizer.read('models/face_recognizer.yml')
face_recognizer.read('models/face_recognizer.yml')
face_recognizer.read('models/face_recognizer.yml')
img = cv2.imread(imgPaths[0])
face = face_recognizer.detectMultiScale(img, 1.3, 5)
for (x,y,w,h) in faces:
    cv2.rectangle(img,(x,y),(x+w,y+h),(0,255,0),2)
    cv2.putText(img, format(result,(x,y-5),1,1,(150,250,0),1,cv2.LINE_AA),
                (x,y-5), 0, cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    cv2.putText(img, format(result,(x,y-5),1,1,(150,250,0),1,cv2.LINE_AA),
                (x,y-5), 0, cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    cv2.putText(img, format(result,(x,y-5),1,1,(150,250,0),1,cv2.LINE_AA),
                (x,y-5), 0, cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    cv2.imshow('img', img)
    cv2.waitKey(0)
    cv2.destroyAllWindows()
    
```

Figura 30. Comandos para detectar el rostro de la persona y su nombre. Fuente: Elaboración propia.



Al darle play al programa podemos ver que al detectar el rostro de las personas se arroja la matrícula con la que se guardó anteriormente tal y como se ve en la Figura 31, Figura 32 y Figura 33.

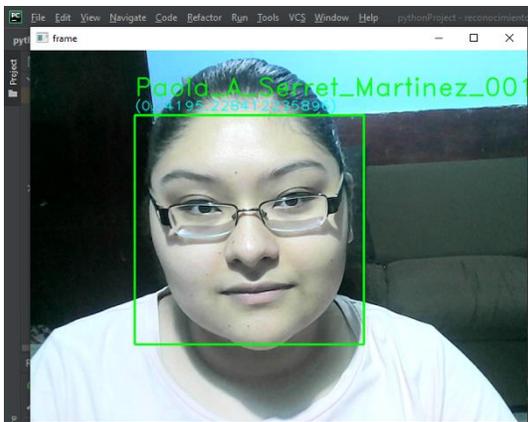


Figura 31. Detección del rostro de la persona con su matrícula correspondiente. Fuente: Elaboración propia.

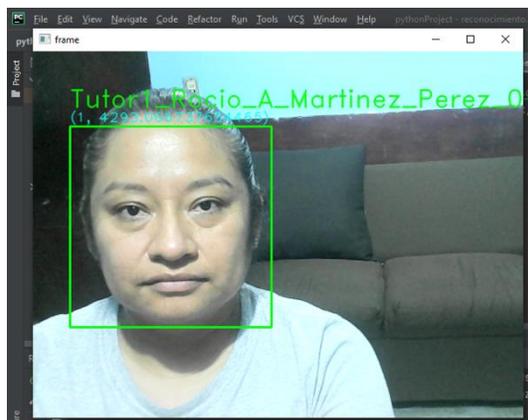


Figura32. Detección del rostro de la persona con su matrícula correspondiente. Fuente: Elaboración propia.

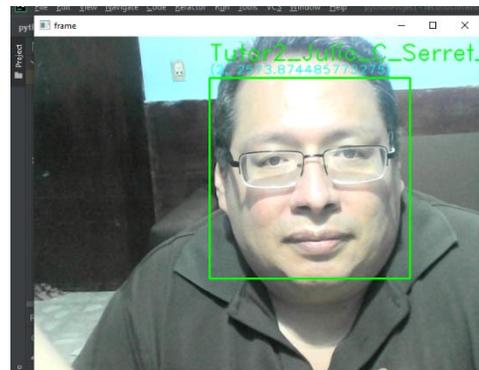


Figura 33. Detección del rostro de la persona con su matrícula correspondiente. Fuente: Elaboración propia.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por el Programa Delfín 2021 y fue asesorada por el Dr. Eduardo Vázquez Santacruz, a quien agradezco por el conocimiento brindado.

CONCLUSIONES

El uso de OpenCV fue de gran ayuda, ya que es una biblioteca de código abierto que contiene implementaciones que abarcan más de 2500 algoritmos. Además, está especializada en el sistema de visión artificial y machine learning.

Mientras que Python es un lenguaje de programación de alto nivel. Los desarrolladores pueden leer y traducir el código Python mucho más fácilmente que otros lenguajes.

Gracias a estos recursos se pudo crear un programa el cual permite que a través de una matrícula automáticamente se cree una carpeta que se relacionarán con el menor y los tutores, en ella se guardarán las diversa imágenes que tome la cámara web de la persona y se creará un modelo, el cuál servirá para detectar si el rostro de alguna persona está guardada o de lo contrario sería algún desconocido que no tendrá permitido el acceso a las instalaciones de la guardería y con ello se

tendría la seguridad de que los menores estén resguardados hasta que llegue la persona autorizada para recogerlo.

Este método es más higiénico que el detector de huellas, ya que solo es cuestión de capturar el rostro de las personas, con ello, no se requiere el contacto con otras personas más.

BIBLIOGRAFÍA

[1] FuniBlogs. (2021). *Las necesidades de una guardería.* [En línea]. Available: <https://blogs.funiber.org/formacion-profesorado/2021/01/18/funiber-necesidades-guarderia>

[2] Jesuïtes Educació. (2018). *Cuáles son las funciones de la guardería infantil.* [En línea]. Available: <https://fp.uoc.fje.edu/blog/funciones-de-la-guarderia-infantil/>

[3] Procuraduría Federal del Consumidor. (2019). *Guarderías. Cuando de cuidar lo más importante se trata.* [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/g>

uarderías-cuando-de-cuidar-lo-mas-importante-se-trata?state=published

[4] *Tus guarderías. (S.F). Medidas de seguridad e higiene en guarderías.* [En línea]. Available: <https://tusguarderias.com/blog/medidas-seguridad-higiene-guarderias/>

[5] FAROS Sant Joan de Déu. (2019). *¿Qué requisitos debe cumplir una guardería segura?* [En línea]. Available: <https://faros.hsjdbcn.org/es/articulo/requisitos-debe-cumplir-guarderia-segura>

[6] Ciberseguridad. (2021). *RECONOCIMIENTO FACIAL Y MEDIDAS DE SEGURIDAD.* [En línea]. Available: <https://ciberseguridad.com/guias/reconocimiento-facial/>

[7] Microsegur. (S.F). *CÓMO FUNCIONA EL RECONOCIMIENTO FACIAL.* [En línea]. Available: <https://microsegur.com/como-funciona-el-reconocimiento-facial/>





ANEXOS.

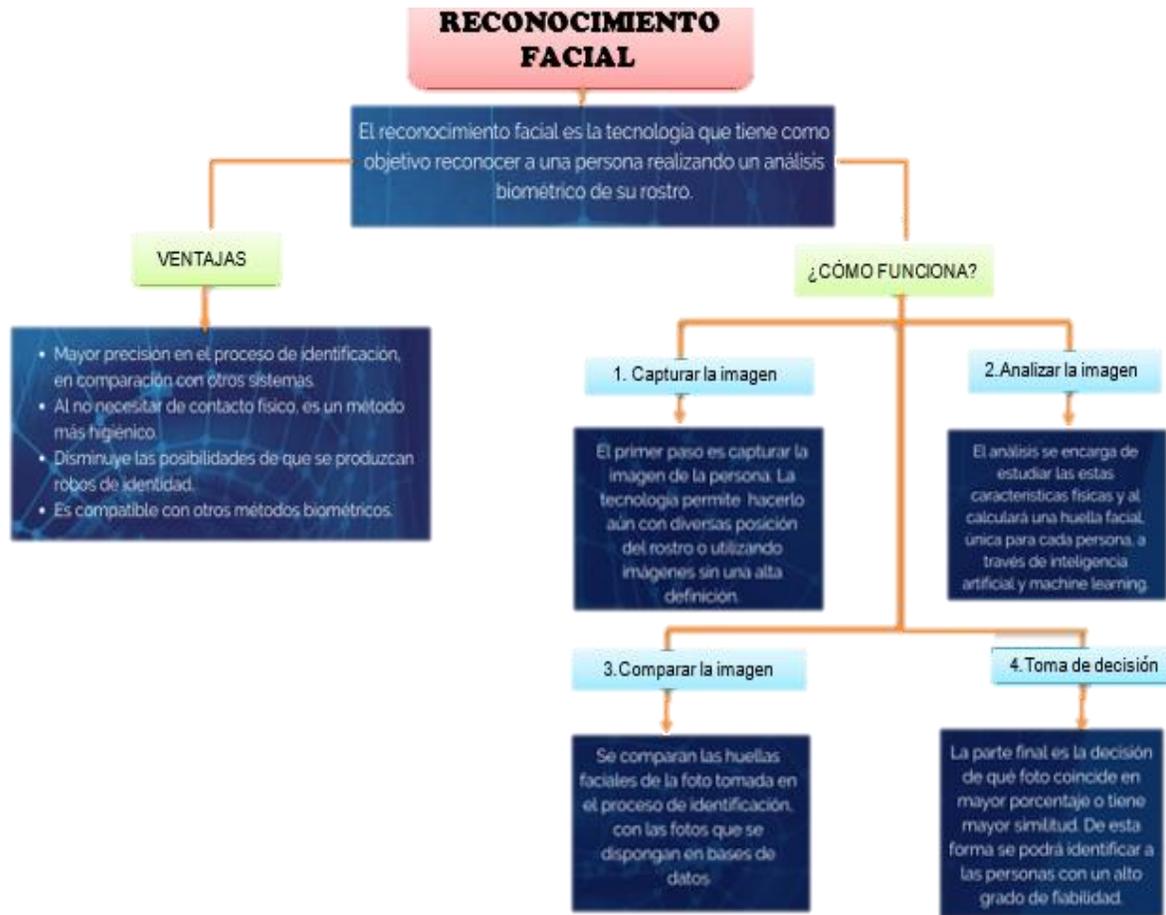


Figura 4. Mapa sobre el reconocimiento facial, sus ventajas y como funciona. Fuente: Elaboración propia.

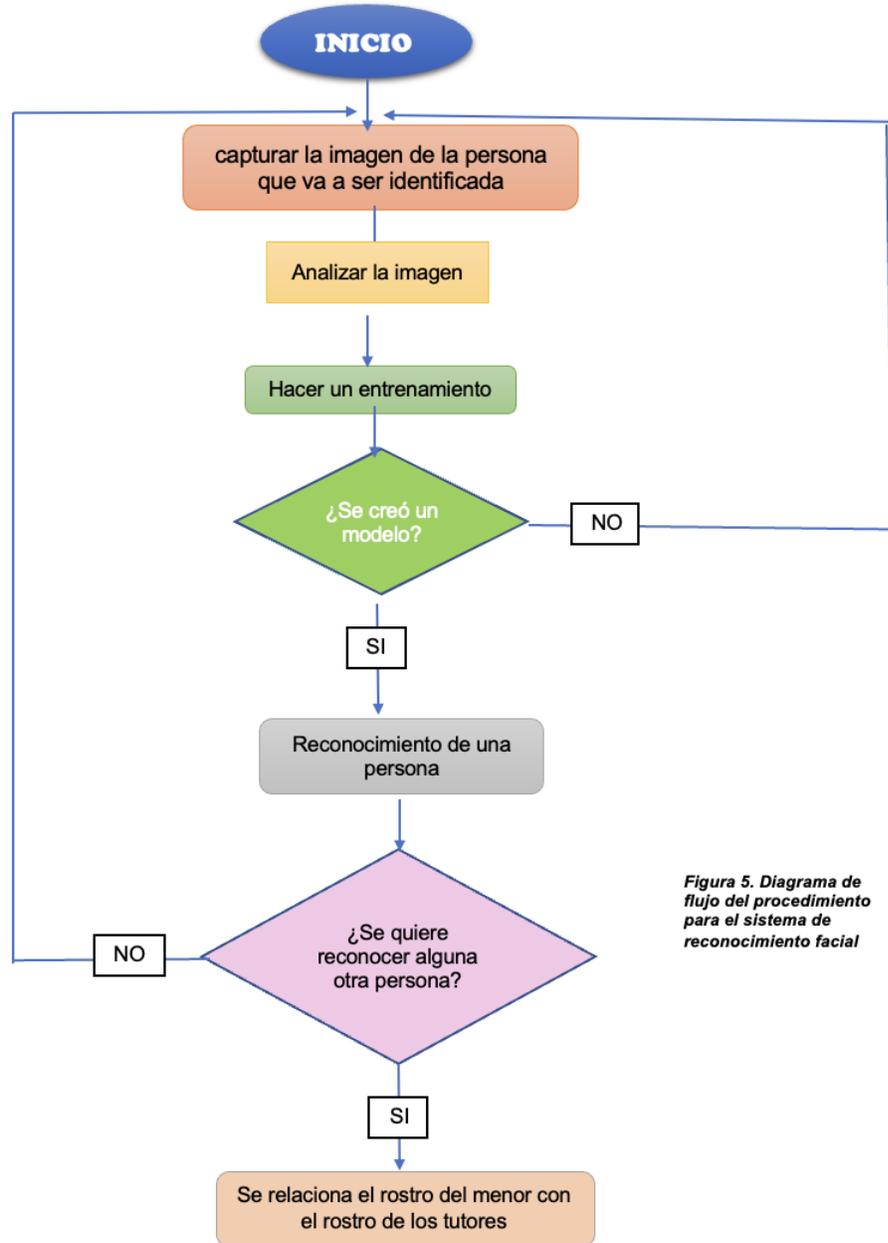


Figura 5. Diagrama de flujo del procedimiento para el sistema de reconocimiento facial

Figura 5. Diagrama de flujo del procedimiento para el sistema de reconocimiento facial. Fuente: Elaboración propia.

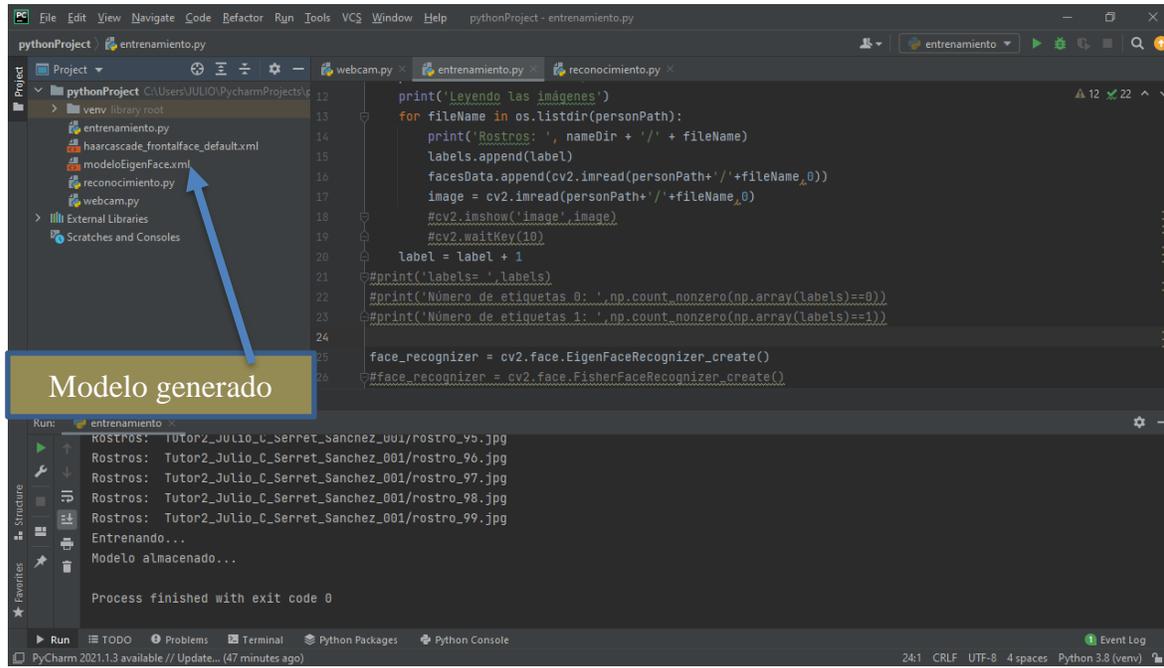


Figura 28. Modelo almacenado. Fuente: Elaboración propia.



Optimización de costos de generadores eléctricos y localización de planta para la empresa “Agroganadera El Ranchito, S.A. de C.V.”

Martha Elena Rodríguez Hernández¹, Gabriela Ortiz Monterde², Dulce Angélica Rivera Carrera³, Yajseel Aurelio Pérez Álvarez⁴, Carlos Reyes Mata⁵

202t0039@itsm.edu.mx

202t0035@itsm.edu.mx

202t0038@itsm.edu.mx

202t0037@itsm.edu.mx

creyesm@itsm.edu.mx

Contacto:

202t0039@itsm.edu.mx

(235)1104555

Área(s) temática: **Procesos**

¹Martha Elena Rodríguez Hernández, Licenciatura, PMII, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

²Gabriela Ortiz Monterde, Licenciatura, PMII, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

³Dulce Angélica Rivera Carrera, Licenciatura, PMII, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

⁴Yajseel Aurelio Pérez Álvarez, Licenciatura, PMII, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

⁵Carlos Reyes Mata, M.C en Ingeniería Industrial, Universidad de las Américas Puebla

RESUMEN.

Se estudia el papel que juega la programación lineal y no lineal en la vida diaria y en las empresas, así como también el surgimiento de los métodos para la solución de Problemas de programación lineal y no lineal. Se elegirá un método de los estudiados para aplicarlo a la empresa dedicada a la compraventa de bovinos en pie y en canal, para poder determinar el costo mínimo de operación de dos generadores eléctricos y la localización de una planta para la venta de alimento.

Palabras clave. Programación No lineal, Programación lineal, Método de Condiciones

Karush-Kuhn-Tucker, Investigación de operaciones, Generador eléctrico.

ABSTRACT. It studies the role that linear and nonlinear programming plays in daily life and in companies, as well as the emergence of methods for solving linear and nonlinear programming problems. A method of those studied will be chosen to apply to the company dedicated to the purchase and sale of cattle on foot and in carcass, to be able to determine the minimum operating cost of two electric generators and the location of a plant for the sale of food.



Keywords. Nonlinear Programming, KKT Conditions Method, Operations Research, Electric Generator.

INTRODUCCIÓN

La Investigación de Operaciones, es una rama de las Matemáticas que consiste en el uso de modelos matemáticos, estadísticos y algoritmos con objeto de realizar un proceso de toma de decisiones, con el objetivo de mejorar u optimizar su funcionamiento.

La investigación de operaciones permite el análisis de la toma de decisiones teniendo en cuenta la escasez de recursos, para determinar cómo se puede optimizar un objetivo definido, como la maximización de los beneficios o la minimización de costos (Lieberman, 2010). Es por ello que, (Alvarado Boirivant, 2009) menciona que la programación lineal y no lineal forman parte de la investigación de operaciones su finalidad es dar a conocer los elementos para localizar los puntos óptimos de la región factible.

(Lieberman, 2010) señala que, “La programación lineal utiliza un modelo matemático para describir el problema. El adjetivo lineal significa que todas las funciones matemáticas del modelo deben ser funciones lineales. La programación lineal involucra la planeación de las actividades para obtener un resultado óptimo; esto es el resultado que mejor alcance la meta especificada.”

Existen diferentes métodos de programación lineal que se pueden emplear en la empresa para poder realizar estas optimizaciones, aunque los problemas a los que se enfrentan no siempre son lineales, en algunos casos, las variables toman valores cuadráticos y su complejidad para resolverlos aumenta. A pesar de que los problemas de programación no lineal pueden determinar soluciones exactas, son pocas las empresas que lo manejan ya que su resolución requiere programación computacional.

Por otra parte (Cantu Cuellar, 1996) considera programación no lineal al “conjunto de métodos utilizados para optimizar una función objetivo, sujeta a una serie de restricciones en los que una o más de las variables es no lineal”. Un problema de programación no lineal puede expresarse como un problema de maximización y las restricciones de desigualdad pueden estar escritas en la forma $g_i(x) \geq 0$ para $i = 1, 2, \dots, m$, llamada restricción de desigualdad, y cada una de las restricciones $h(x)$ para $j = 1, 2, \dots, m$, también llamada restricción de igualdad.

“En el caso especial cuando la función objetivo es lineal y cuando todas las restricciones pueden ser representadas por desigualdades lineales y/o ecuaciones lineales, el problema puede ser llamado problema lineal” (Cantu Cuellar, 1996).

De manera general, el problema de programación no lineal consiste en encontrar $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ para:

Maximizar $f(x)$,

Sujeto a

$$g_i(x) \leq b_i \quad \text{Para } i = 1, 2, \dots, m,$$

$$x \geq 0,$$

Donde $f(x)$ y $g_i(x)$ son funciones dadas de n variables de decisión.

Los métodos de solución de la programación no lineal se pueden clasificar, de manera general, en algoritmos directos o indirectos. Como ejemplo de los métodos directos están los algoritmos de gradiente, donde se busca el máximo (o el mínimo) de un problema sugiriendo la mayor tasa de aumento (o disminución) de la función objetivo. En los métodos indirectos, el problema, original se sustituye por otro del cual se determina el óptimo. Como ejemplos de estos casos están



la programación cuadrática, la programación separable y la programación estocástica.

Problemas de optimización no restringidos:

- Método de búsqueda de Fibonacci.
- Método de búsqueda de la “sección de oro”.
- Método de ascenso o descenso acelerado.
- Método de Newton.
- Direcciones conjugadas
- Método de David-Fletcher-Powell.
- Método de Fletcher-Reeves.
- Método de Powell.
- Interpolación cubica.
- Interpolación cuadrática.
- Método de Newton Raphson.

Problemas de optimización con restricciones

- Programación convexa.
- Condiciones de Karush Kuhn Tucker.

Problemas de optimización no lineal basados en la aproximación lineal.

- Método de direcciones factibles.
- Métodos penales.
- Programación Geométrica.
- Método de Wolfe para la programación cuadrática.
- Método de Griffith Stewrat.

Metodología

En el presente trabajo se hace uso del método de las condiciones KKT para resolver un problema de optimización de costos no lineal dichas condiciones Karush-Kuhn-Tucker (KKT) son llamadas condiciones necesarias de primer orden para llegar a una solución óptima en programación no lineal siempre y cuando se cumplan algunas condiciones de regularidad, este permite restricciones de desigualdad de esta forma generaliza el método de los multiplicadores de Lagrange que solo permite restricciones de igualdad, los problemas de maximización y minimización restringida se reescribe como una función de Lagrange cuyo punto óptimo es un máximo global (mínimo)

sobre el dominio de las variables de elección y un mínimo global (máximo) sobre el multiplicadores.

Dado un problema de optimización, por ejemplo:

$$\min f(X)$$

Sujeto a

$$g_i(X) = 0, \quad i = 1, \dots, m,$$

la condición necesaria para un óptimo local, es que el gradiente del Lagrangeano sea igual a cero, es decir $\nabla L(X, \lambda_i) = 0$, en donde el Lagrangeano $L(X, \lambda_i)$ se define como $L(X, \lambda_i) = f(X) + \sum_{i=1}^m \lambda_i g_i(X)$ siendo λ_i multiplicadores de Lagrange, es importante mencionar que el procedimiento es sencillo pero ya llevado a la práctica es más complicado, debido que es un sistema de ecuaciones no lineales diseñadas por el gradiente Lagrangeano igualado a 0, el procedimiento de Lagrangeano consiste en convertir un problema restringido a uno no restringido de esta manera mejorando el proceso vasado en la sustitución.

Desarrollo

La empresa Agroganadero el Ranchito S.A. de C.V. es una empresa dedicada a la compraventa de ganado Bovino, la cual debe instalar dos generadores eléctricos para satisfacer la carga demandada por los aparatos eléctricos que se utilizan para la elaboración del alimento de estos animales. La empresa proveedora de estos aparatos determina el costo de los generadores en base a la potencia de salida. La potencia total requerida por la planta es de 100,000 watts en temporada de sequías. Por otra parte, para elaboración del alimento se compra un ingrediente que se debe trasladar desde fuera, ya sea, Martínez de la torre, Misantla o Tlapacoyan.

Es por ello por lo que la empresa requiere que se determine la mejor localización para la construcción de una planta para venta de alimento. Basado en lo anterior mencionado, se decide realizar un análisis para determinar



el costo mínimo de traslado y así poder determinar cuál es el punto más factible para construir una planta generadora de alimento para ganado. El costo de los generadores se determina a partir de la potencia que generan al convertir la energía mecánica en eléctrica, a mayor potencia mayor será el costo del generador. Para determinar la potencia requerida un ingeniero eléctrico realizó el análisis para conocer la potencia que ocupan las máquinas de alimento y así poder hacer la optimización en base a esos requerimientos.

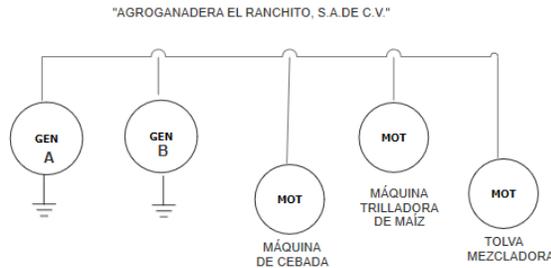


Figura 1 Diagrama eléctrico de los generadores

Con esta información, se formuló un modelo óptimo que determine las potencias P1 y P2 requeridas para producir un costo mínimo de operación.

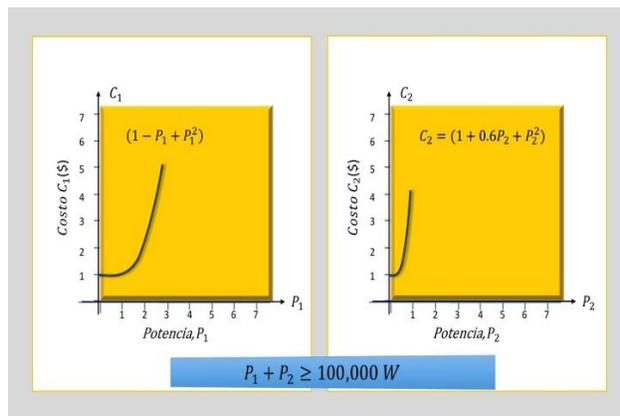


Figura 2 Potencias requeridas para la operación

$$C_1 = (1 - P_1 + P_1^2), C_2 = (1 + 0.6P_2 + P_2^2)$$

Para resolver esta problemática se utilizará el método de programación No lineal de las condiciones de KKT.

1.- Definición de Variables

$$X_1$$

= P₁ número de unidades para el generador 1

$$X_2$$

= P₂ número de unidades para el generador 2

Función Objetivo

$$\text{Min } Z = C_1 + C_2$$

$$\text{Min } Z = (1 - X_1 + X_1^2) + (1 + 0.6X_2 + X_2^2)$$

Restricciones

s. a.

$$X_1 + X_2 \geq 100,000 \text{ W}$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Método KKT

Se aplica el teorema de Lagrange

$$L(Z) = (1 - X_1 + X_1^2) + (1 + 0.6 + X_2^2) - \mu_1(X_1 + X_2 - 100,000)$$

Se realiza derivadas parciales para X₁ y X₂

$$\frac{\partial}{\partial X_1} = -1 + 2X_1 - \mu_1$$

$$\frac{\partial}{\partial X_2} = 0.6 + 2X_2 - \mu_1$$

Primero se definen las condiciones KKT para poder resolver el planteamiento.

1. (j = 1) $-1 + 2X_1 - u_1 \leq 0$
2. (j = 1). $X_1 (-1 + 2X_1 - u_1) = 0$
1. (j = 2). $0.6 + 2X_2 - u_1 \leq 0$
2. (j = 2). $X_2 (0.6 + 2X_2 - u_1) = 0$
3. $X_1 + X_2 - 100,000 \geq 0$
4. $u_1 (X_1 + X_2 - 100,000) = 0$
5. $X_1 \geq 0, X_2 \geq 0,$
6. $u_1 \geq 0$

Para expresar las condiciones de una forma más conveniente se mueven las constantes de las condiciones a la derecha y después se introducen variables de holgura ya sean negativas o positivas dependiendo de las condiciones del problema. Se denotan por y₁, y₂ y v₁, estas desigualdades se convierten en ecuaciones.



$$\begin{aligned} 2X_1 - u_1 + y_1 &= 1 \\ -2X_2 + u_1 - y_2 &= 0.6 \\ X_1 + X_2 - v_1 &= 100,000 \\ X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, u_1 \geq 0, v_1 \geq 0 \end{aligned}$$

Si se diera el caso que en el lado derecho las cantidades fueran negativas, es necesario multiplicar las ecuaciones por -1, esto para tener lados negativos y así obtener la forma deseada del conjunto completo de las condiciones KKT, en este problema no es el caso, por lo tanto, se continúa introduciendo las variables artificiales necesarias para poder resolverlo por medio del método simplex:

$$\begin{aligned} 2X_1 - u_1 + y_1 &= 1 \\ -2X_2 + u_1 - y_2 + Z_1 &= 0.6 \\ X_1 + X_2 - v_1 + Z_2 &= 100,000 \\ X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, u_1 \geq 0, v_1 \geq 0, Z_1 \geq 0, Z_2 \geq 0, \end{aligned}$$

Para poder desarrollar el método simplex se tiene que tomar en cuenta la siguiente regla de entrada restringida: para los pares de variables complementarias $(x_1, y_1)(x_2, y_2)(u_1, v_1)$ siempre que una de las variables sea una variable básica la otra variable se excluye de ser una variable entrante.

Es importante mencionar que la solución óptima deseada para el problema de programación cuadrática del método KKT se encuentra en la primera fase del método simplex (Lieberman, 2010), por lo que no se necesita entrar a la segunda fase.

Método doble fase

Debido a que tenemos igualdades en las restricciones y necesidad de generar variables artificiales se debe realizar por el método de las dos fases.

Tabla 1 Fase 1 Método simplex

	Ct	x1	x2	u1	y1	y2	v1	z1	z2	sol
Ct	1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0
y1	0	2	0	-1	1	0	0	0	0	1
z1	0	0	-2	1	0	-1	0	1	0	0.6
z2	0	1	1	0	0	0	-1	0	1	100000

Tabla 2 Ajuste de vectores z1 y z2

	Ct	x1	x2	u1	y1	y2	v1	z1	z2	sol
Ct	1	1	-1	1	0	-1	-1	0	0	100000.6
y1	0	2	0	-1	1	0	0	0	0	1
z1	0	0	-2	1	0	-1	0	1	0	0.6
z2	0	1	1	0	0	0	-1	0	1	100000

Tabla 3 Iteración 1 entra x1 y sale y1

	Ct	x1	x2	u1	y1	y2	v1	z1	z2	sol
Ct	1	1	-1	1	0	-1	-1	0	0	100000.6
y1	0	2	0	-1	1	0	0	0	0	1
z1	0	0	-2	1	0	-1	0	1	0	0.6
z2	0	1	1	0	0	0	-1	0	1	100000

Tabla 4 Iteración 2 entra u1 y sale z1

	Ct	x1	x2	u1	y1	y2	v1	z1	z2	sol
Ct	1	0	-1	1.5	-0.5	-1	-1	0	0	100000.1
x1	0	1	0	-0.5	0.5	0	0	0	0	0.5
z1	0	0	-2	1	0	-1	0	1	0	0.6
z2	0	0	1	0.5	-0.5	0	-1	0	1	99999.5

Tabla 5 Iteración 3 entra x2 y sale z2

	Ct	x1	x2	u1	y1	y2	v1	z1	z2	sol
Ct	1	0	2	0	-0.5	0.5	-1	-1.5	0	99999.2
x1	0	1	-1	0	0.5	-0.5	0	0.5	0	0.8
u1	0	0	-2	1	0	-1	0	1	0	0.6
z2	0	0	2	0	-0.5	0.5	-1	-0.5	1	99999.2

Tabla 6 Resultados obtenidos

	Ct	x1	x2	u1	y1	y2	v1	z1	z2	sol
Ct	1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0
x1	0	1	0	0	0.25	-0.3	-0.5	0.25	0.5	50000.4
u1	0	0	0	1	-0.5	-0.5	-1	0.5	1	99999.8
x2	0	0	1	0	-0.3	0.25	-0.5	-0.3	0.5	49999.6

Aplicando el software Lingo, obtenemos los siguientes resultados:

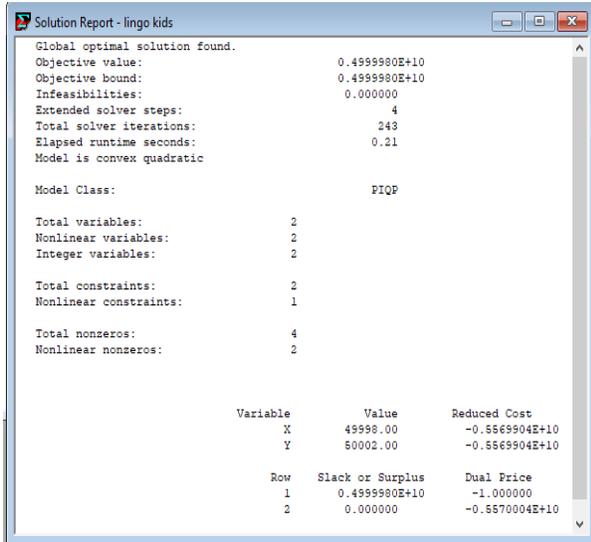


Figura 3 Resultados obtenidos con el software Lingo

Observamos que para X_1 nos dio un valor de 499998.0 y para X_2 nos da un valor de 50002.0, estos resultados tienen poca diferencia con los obtenidos de forma manual aplicando las Condiciones KKT. El uso de este tipo de software facilita el cálculo para la optimización de los diferentes problemas que se presentan en la industria, ya que se ahorra hacer todo el cálculo manual y se puede generar el resultado de forma más rápida, sólo debemos analizar las variables y plantear la función objetivo y las restricciones correctamente para que se pueda obtener un resultado confiable. Incluso para problemas con más variables o cantidades más elevadas sería más complicado resolverlos manualmente, pero con ayuda del software se facilita el cálculo.

Para determinar el costo mínimo de traslado el director del departamento de procesos y logística proporcionó la siguiente información: La demanda semanal de sorgo es de 300.000 kilos; el costo de transportarlo es de 0,50 \$/kilos-Km. Hay que tener en cuenta que en el proceso de transporte y manipulación ocurre una pérdida del 3% del volumen que se compra.

Tabla 7 Precio y producción de Sorgo

Ciudad	Precio [\$/Kilo]	Producción [kilos/semana]
Martínez de la Torre	6.5	150.0
Misantla	7	180.0
Tlapacoyan	6.5	100.0

$$\begin{aligned}
 X_1^* &= 50000.4 \\
 X_2^* &= 49999.6 \\
 C_t^* &= (1 - X_1 + X_1^2) + (1 + 0.6X_2 + X_2^2) \\
 &= (1 - 50000.4 + (50000.4)^2) + \\
 &= (1 + 0.6 * 49999.6 + (49999.6)^2) \\
 C_t^* &= 499,981,502
 \end{aligned}$$

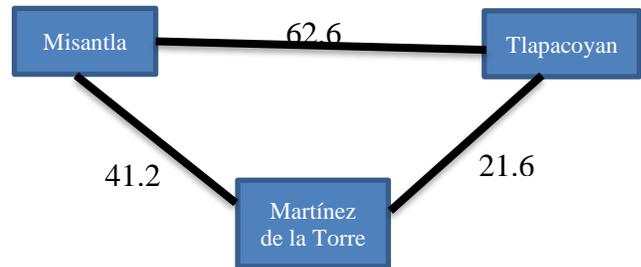


Figura 4 Distancia de los centros producción

para encontrar el costo mínimo de traslado considerando como factor principal la demanda y el precio.

Solución

Para resolver dicha problemática se utiliza el modelo de programación lineal. Se hace uso de este modelo porque permite la optimización restringida. El modelo que se presenta cumple con los requisitos para poder ser presentado mediante la programación lineal pues todas sus ecuaciones son lineales y cumplen las propiedades de homogeneidad y aditividad.



1) Planta ubicada en Martínez de la Torre

X_1 = Kilogramos de sorgo a traer desde Misantla

X_2 = Kilogramos de sorgo a traer desde Tlapacoyan

Función objetivo

$$\text{Min } Z = 7X_1 + 6.5X_2 + 0,50 * 41.2X_1 + 0,50*21.6X_2$$

$$\text{Min } Z = 27.6X_1 + 17.3X_2$$

Sujeto a

$$X_1 + X_2 = (300 - 150) * 1,03 =$$

$$X_1 + X_2 = 154.500$$

$$X_1 \leq 180$$

$$X_2 \leq 100$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Se utiliza el método simplex para obtener la solución óptima.

Tabla 8 Método simplex

	r	X1	X2	H1	H2	H3	h4	SOLUCIÓN
r	1	0	0	0	0	0	-1	0
h1	0	1	0	1	0	0	0	180
h2	0	0	1	0	1	0	0	100
h4	0	1	1	0	0	-1	1	154.5

Tabla 9 Interacción 1 entra X1 y sale h4

	r	X1	X2	H1	H2	H3	h4	SOLUCIÓN
r	-1	2	2	1	1	-1	0	434.5
h1	0	1	0	1	0	0	0	180
h2	0	0	1	0	1	0	0	100
h4	0	1	1	0	0	-1	1	154.5

Tabla 10 Iteración 2 entra H1

	r	X1	X2	H1	H2	H3	h4	SOLUCIÓN
r	-1	0	0	1	1	1	-2	125.5
h1	0	0	-1	1	0	1	-1	25.5
h2	0	0	1	0	1	0	0	100
x1	0	1	1	0	0	-1	1	154.5

Tabla 11 Iteración 3 entra X2 y sale h2

	r	X1	X2	H1	H2	H3	h4	SOLUCIÓN
r	-1	0	1	0	1	0	-1	100
h1	0	0	-1	1	0	1	-1	25.5
h2	0	0	1	0	1	0	0	100
x1	0	1	1	0	0	-1	1	154.5

Tabla 12 Resultados obtenidos

	r	X1	X2	H1	H2	H3	h4	SOLUCIÓN
r	-1	0	0	0	0	0	-1	0
h1	0	0	0	1	1	1	-1	125.5
x2	0	0	1	0	1	0	0	100
x1	0	1	0	0	-1	-1	1	54.5

En la tabla 12 se muestran los resultados obtenidos para x_1 y x_2 sin embargo pasamos a la fase dos para mejores resultados y poder obtener el valor de Z.

Tabla 13 Doble fase

	r	x1	x2	H1	H2	H3	sol
r	1	-27.6	-17.3	0	0	0	0
H1	0	0	0	1	1	1	125.5
X2	0	0	1	0	1	0	100
X1	0	1	0	0	-1	-1	54.5

	r	x1	x2	H1	H2	H3	sol
r	1	0	0	0	-10.3	-27.6	3234.2
H1	0	0	0	1	1	1	125.5
H2	0	0	1	0	1	0	100
X1	0	1	0	0	-1	-1	54.5

Se realiza el cálculo en el software Lingo y se obtienen los mismos resultados:

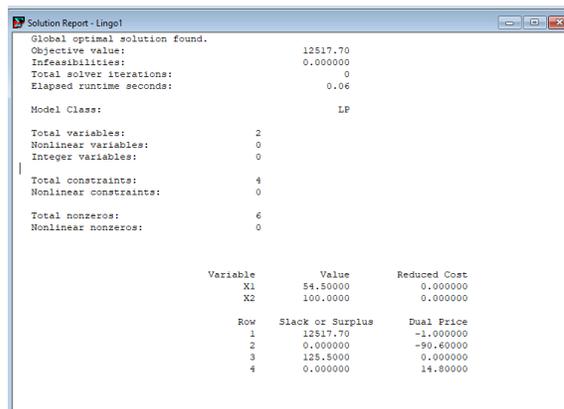


Figura 5 Resultados obtenidos para la planta de Martínez de la Torre

Se obtiene que $x_1 = 54.5$; $x_2 = 100$; $Z = 3234.2$

Esto representa que se debe traer 54.50 kilogramos de sorgo desde Misantla y 100 kilogramos desde Tlapacoyan, lo que significa un costo de \$3234.2. El costo total sería:



Año 2021 | No. I Congreso Interdisciplinario de Ingenierías ISSN: 2395-9649

$$CT = 3234.2 + (150 * 6.5)$$

$$CT = \$ 4209.50$$

2) Planta ubicada en Misantla

X_1 = Kilogramos de sorgo a traer desde Martínez de la Torre

X_2 = Kilogramos de sorgo a traer desde Tlapacoyan

Función objetivo

$$Min Z = 6.5X_1 + 6.5X_2 + (0,50 * 41.2X_1 + 0,50*62.6X_2)$$

$$Min Z = 27.1X_1 + 37.8X_2$$

Sujeto a

$$X_1 + X_2 = (300.000 - 180.00) * 1,03 =$$

$$\begin{aligned} X_1 + X_2 &= 123.60 \\ X_1 &\leq 150.0 \\ X_2 &\leq 100.0 \\ X_1, X_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

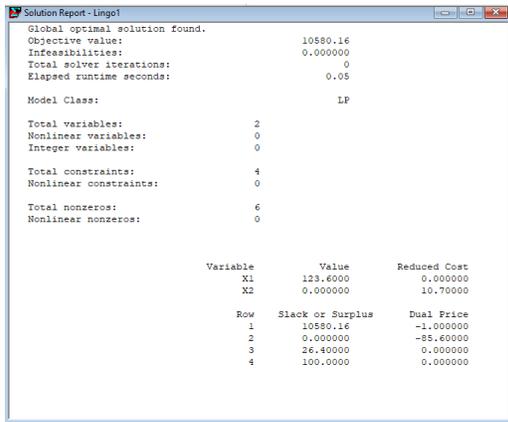


Figura 6 Resultados obtenidos para la planta de Misantla.

Se obtiene que $x_1 = 123.6$; $x_2 = 0$; $Z = 3349.56$

Esto representa que se debe traer 123.6 kilogramos de sorgo desde Martínez de la

Torre, lo que significa un costo de \$ 3349.56. El costo total sería:

$$CT = 3349.56 + (180 * 7)$$

$$CT = \$ 4,609.56$$

3) Planta ubicada en Tlapacoyan

X_1 = Kilogramos de sorgo a traer desde Misantla

X_2 = Kilogramos de sorgo a traer desde Martínez de la Torre

Función objetivo

$$Min Z = 7X_1 + 6.5X_2 + (0,50 * 62.6X_1 + 0,50*21.6X_2)$$

$$Min Z = 38.3X_1 + 17.3X_2$$

Sujeto a

$$X_1 + X_2 = (300.000 - 100.00) * 1,03 =$$

$$\begin{aligned} X_1 + X_2 &= 206 \\ X_1 &\leq 180.0 \\ X_2 &\leq 150.0 \\ X_1, X_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

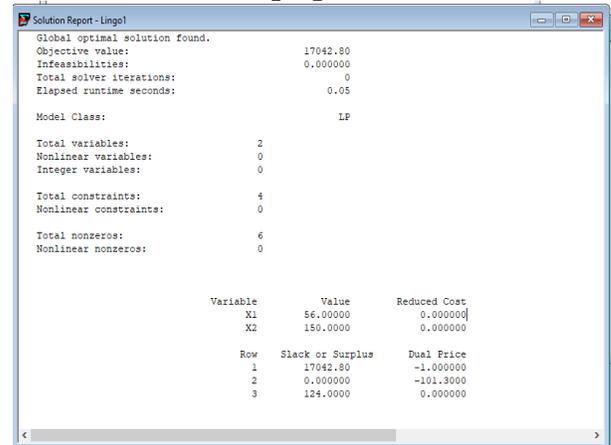


Figura 7 Resultados obtenidos para la planta de Tlapacoyan.

Se obtiene que $x_1 = 56$; $x_2 = 150$; $Z = 4739.8$

Obtenido de Números de Fibonacci, su complejidad y su programación:
<https://www.ugr.es/~eaznar/fibo.htm>

metodo-de-frank-wolfe-en-programacion-no-lineal.

https://www.researchgate.net/profile/David_Macias_Ferrer/publication/325681854_Metodo_de_Davidon-Fletcher-Powell/links/5b1e178345851587f29f6466/Metodo-de-Davidon-Fletcher-Powell.pdf. (s.f.).

Jiménez Gutiérrez, A. (2003). Diseño en procesos de Ingeniería Química. México: Reverté.

Lieberman, F. S.-G. (s.f.). Introducción a la Inversión de Operaciones. México, Bogotá, Buenos Aires : Mc Graw Hill.

Prawda Witnberg, J. (2004). MÉTODO Y MODELOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. México: Limusa.

Avriel, Mardoqueo (2003). Programación no lineal: análisis y métodos. Dover ISBN 0-486-43227-0.

Boltyanski, V; Martini, H; Soltan, V. (1998). "El teorema de Kuhn-Tucker". Métodos geométricos y problemas de optimización. Nueva York: Springer. pp. 78-92. ISBN 0-7923-5454-0.

De la Fuente Garcia, D., & Priore Moreno, P. (Abril de 1996). Programación Lineal Entera y Programación no Lineal. Obtenido de Programación Lineal Entera y Programación no Lineal.

Gestión de Operaciones. (29 de 01 de 2015). Ejemplo del Método de Frank Wolfe en Programación No Lineal. Obtenido de Ejemplo del Método de Frank Wolfe en Programación No Lineal:
<https://www.gestiondeoperaciones.net/programacion-no-lineal/ejemplo-del->





Construcción de un dataset multiclase de ondas sonoras del llanto de bebés y neonatos.

Gabriel Domínguez Sánchez ¹, Eddy Sánchez-DelaCruz ².

Gabriel Domínguez Sánchez 212t0028@itsm.edu.mx
Eddy Sánchez-DelaCruz esanchezd@itsm.edu.mx

Contacto:
212t0028@itsm.edu.mx
235 109 68 91

Área temática: **Inteligencia Artificial**

Gabriel Domínguez Sánchez, Ing. en Sistemas Computacionales, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

RESUMEN: *La comunicación es una de las partes más importantes para la sociedad, y la forma en la que los bebés y neonatos se expresan es a través del llanto. En este estudio se construyó un dataset multiclase de ondas sonoras extraídas de audios del llanto de bebés y neonatos. Para ello, se grabaron 50 audios en el centro de salud urbano de Comalcalco y la clínica de la mujer, en Comalcalco Tabasco. Los audios poseen una duración de aproximadamente 20 segundos y se encuentran en formato wave. Al utilizar un script en Python, se extrajeron los valores de frecuencia de cada uno de los audios en un vector, para su posterior almacenamiento en un archivo Excel. El dataset obtenido consta de 48 millones de datos pertenecientes a todos los audios y como trabajo futuro, se etiquetará con diferentes clases que correspondan a patologías de los infantes encontradas en el llanto.*

PALABRAS CLAVE: *Aprendizaje automático, Clasificación de ondas, Llanto de bebés, Ondas sonoras, Patologías.*

ABSTRACT: *Communication is one of the most important parts of society, and the way babies and neonates express themselves is through crying. In this study, a multiclass dataset of sound waves extracted from audios of the cry of babies and neonates was constructed. For this, 50 audios were recorded in the urban health center of Comalcalco and the women's clinic, in Comalcalco Tabasco. The audios have a duration of approximately 20 seconds and are in wave format. Using a Python script, the frequency values of each of the audios were extracted into a vector, for later storage in an Excel file. The dataset obtained consists of 48 million data belonging to all the audios and as future work, it will be labeled with different classes that correspond to pathologies of infants found in crying.*



KEYWORDS: *Machine learning, Wave classification, Baby crying, Sound waves, Pathologies.*

INTRODUCCIÓN

El habla es la forma en la que se manifiestan las necesidades humanas, en la sociedad es una parte super importante para el desarrollo y la colaboración; el habla es un sistema de comunicación que tiene sus orígenes en la etapa neonatal, específicamente entre el primer y tercer trimestre, se puede observar un aumento escalonado en la habilidad lingüística tan importante que es lo que conlleva a algo tan completo como es el habla, la evolución de los bebés es notoria gracias a la emisión de algunos sonidos vocálicos como son los balbuceos, sin embargo, esto no es suficiente para permitir establecer una comunicación activa con otro ser humano, por ello, el infante tiene que recurrir al llanto como herramienta principal [1] [2] [3] [4] [5].

En la etapa de los primeros meses de vida, los neonatos expresan prácticamente todos sus padecimientos y sentires a través del llanto, por lo tanto, para los padres es difícil diferenciar entre un padecimiento u otro, esta tarea resulta bastante complicada. Debido a que el llanto es uno de los síntomas más comunes presentados por gran parte de las patologías, es prácticamente imposible poder emitir un diagnóstico basándose únicamente con escuchar el llanto. Sin embargo, con el paso de los años se ha reconocido que, aunque no es imposible diagnosticar un padecimiento solamente oyendo el llanto, es viable tomar en cuenta el evento acústico lingüístico como una fuente de información proporcionada por el bebé, que debe ser procesada y analizada a detalle a través de un análisis acústico, puesto que igualmente se encuentra fuertemente ligado al sistema nervioso [1] [2] [3] [4] [5].

En este estudio, se construye un dataset a partir de información extraída de ondas sonoras (audios) pertenecientes al llanto de bebés y neonatos, esto tiene como propósito almacenar todas las características para un futuro etiquetado de los audios y que funcione como base para la clasificación de ondas sonoras del llanto de infantes [1] [2] [3] [4] [5].

Por ello, el objetivo principal de esta investigación es extraer los valores de frecuencia de 50 audios que poseen el llanto de bebés y neonatos, utilizando un script en Python para dicha extracción de valores y construir un dataset que posea varios millones de datos. Si bien el análisis del llanto, funge como un concepto que tiende a ser común entre los investigadores y que ha sido estudiado por mucho tiempo, el obtener un dataset de base es uno de los pasos más importantes para continuar con la investigación. Se espera que como resultado de la presente investigación sea posible construir un dataset para su futuro etiquetado [1] [2] [3] [4] [5].

MATERIAL Y MÉTODOS

Protocolo de grabación.

Para la grabación del llanto de bebés y neonatos, se utilizó un micrófono marca Rode, modelo SmartLav+ Lavalier, el cual permite grabar en un rango de frecuencia que va desde los 20Hz hasta los 20kHz, que es el mismo rango en el que los humanos tienen una capacidad de escuchar. Las dimensiones del micrófono son de 12.7 x 2.5 x 7.6 cm y cuenta con un peso de 45.4 gramos. [6]



Figura 1. Rode smartLav+
Fuente: <https://hdbroadcast.mx/>, (2018).

Para poder llevar a cabo el proceso de grabación y poder formar parte de este estudio, es necesario cumplir con ciertos requisitos:

1. Autorización del padre o tutor del menor para ser grabado
2. El sujeto de estudio deberá encontrarse en la etapa neonatal, es decir con un tiempo de vida no mayor a 28 días o bien ser un bebé y tener un periodo de vida entre 29 días y 9 meses de nacido.

El micrófono deberá posicionarse a una distancia de aproximadamente 20 cm del infante y comenzar a grabar una vez que se encuentre llorando por aproximadamente 25 segundos.

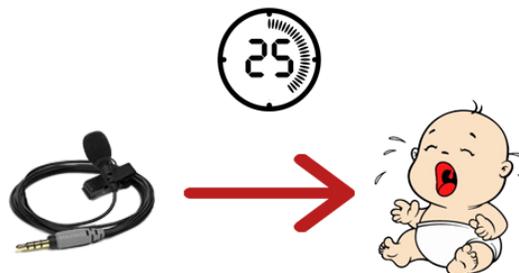


Figura 2. Grabación de audios
Fuente: *Elaboración propia.*

Una vez terminado el proceso de grabación, el médico especialista (pediatra) con ayuda de otros parámetros como la edad, temperatura y peso, se encargará de dar un diagnóstico certero del padecimiento del infante.

Dataset.

El conjunto de audios del llanto de bebés y neonatos, ha sido proporcionado por el asesor de este trabajo de investigación, el Dr. Eddy Sánchez de la Cruz. Se cuenta con un total de 50 muestras hasta el momento, ya convertidas en formato WAV.

La grabación de los audios de los bebés y neonatos se realizó con la aprobación de los padres, durante la revisión del paciente. La grabación de audio inicia desde que el infante comienza a llorar, incluso un par de segundos antes si es que el bebé presenta algún indicio de que ya comenzará a llorar, la intensidad del audio varía dependiendo el tipo del llanto del niño y demás particularidades, es por ello que se tomó un rango aproximado de 20 segundos en donde el infante llora para captar la mayor variación posible, de esa forma, es posible encontrar mayores puntos de comparación por padecimiento.

La duración del audio consta de 20 segundos, el recorte fue realizado con la herramienta llamada Audacity y se convirtió el audio de tipo stereo a mono en formato WAV con Python, esto para facilitar su uso y sea posible de graficar los datos de frecuencia



extraídos. Se utilizaron librerías como wave, numpy y matplotlib para poder trabajar con archivos de audio WAV y poder manipular los arreglos producidos para ser extraídos e ingresados a un archivo TXT.

Segmentación de datos.

Audacity es un programa el cual es utilizado comúnmente para grabar y editar sonidos el cual resulta ser intuitivo, además, es un software de código abierto. Dentro de Audacity es posible grabar, reproducir, importar y exportar audios en formatos WAV, MP3, entre otros. [7]



Figura 3. Audacity

Fuente: www.europapress.es, (2021).

Con esta herramienta se ajustaron los audios a 20 segundos, ya sea que se debieron recortar a las partes más críticas de variación de intensidad o bien, se completaron ciertos segmentos para llenar el tiempo requerido. Para realizar el proceso simplemente se arrastran los audios al programa y se verán como se muestra en la ilustración 4.

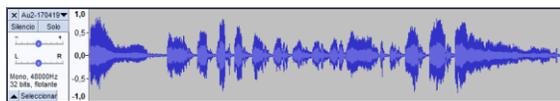


Figura 4. Audio en Audacity

Fuente: *Elaboración propia* (2021).

Una vez cargado el archivo de audio, se deberá recortar a una duración de 20 segundos, esto con una herramienta que trae incluido Audacity, la cual para ejecutarla es necesario seleccionar la parte del audio que se desea

quitar y dar clic en la herramienta de cortar, la cual se distingue por su logo de una tijera y se encuentra en el menú superior del programa. Posteriormente se deben exportar los audios en formato WAV para poder trabajar con ellos en Python.

Conversión de stereo a mono.

Con los audios recortados y en el formato correcto, se ejecutan utilizando un script en Python, el cual ayuda a transformar los audios de stereo a mono, esto permite trabajar los datos de forma más simple al momento de extraerlos.

```
from pydub import AudioSegment
sound = AudioSegment.from_wav("Audio.wav")
sound = sound.set_channels(1)
sound.export("audio-mono.wav", format="wav")
```

En el ejemplo anterior se muestra el script, en donde con ayuda de la librería pydub se llama al audio que se quiera procesar y se establece que únicamente seleccione un canal de audio (mono) para posteriormente guardar de nuevo el audio con otro nombre y conservar ambas versiones o en un determinado caso, reemplazar el audio ya existente.

Extracción de datos.

Desde un código en Python, se toma el audio mono con formato WAVE de una duración de 20 segundos, se extraen los datos para guardarlos en un arreglo de donde posteriormente se toman para poder graficar y ser visualizado el audio, dicha gráfica muestra la variación de las frecuencias que tiene el audio a lo largo del tiempo de duración. Debido a que se cuenta con todos los datos de frecuencia en un arreglo, se pueden ir copiando dentro de un archivo de Excel. Para una mejor comprensión se describe el proceso de forma más puntual a continuación.

Inicialmente se declaran librerías de las cuales se hace uso, que a grandes rasgos permiten el trabajo con archivos wave, números, arreglos, además de poder graficar.

```
import wave
import numpy as np
import sys
import matplotlib.pyplot as plt
from array import array
import pandas as pd
```

Posteriormente se abre el archivo de audio del cual se van a extraer sus datos, para ello es necesario llamarlo en modo lectura.

```
wav = wave.open("Au2-170419-F-2.wav", "r")
```

Ahora se extraen los valores de frecuencia de los audios y se ponen en un arreglo.

```
raw = wav.readframes(-1)
raw = np.frombuffer(raw, "Int16")
sampleRate = wav.getframerate()
```

Se debe hacer una condición, se solicita el número de canales de audio, en caso que el audio con el que se está trabajando sea de dos canales (stereo) entonces manda un mensaje que no puede ser soportado y sale del programa. En caso contrario, se procede a graficar los datos en caso que sea necesario.

```
if wav.getnchannels() == 2:
    print("Stereo Files are not supported. Use Mono Files")
    sys.exit()
```

Para graficar los audios, solo en caso de ser requerido, se crea un cierto número de espacios de forma uniforme los cuales hacen referencia a los segundos de la duración del audio y posteriormente se establece que la amplitud de las ondas sonoras sean el eje "y", las cuales se muestran con base en los datos extraídos anteriormente, así como el tamaño de la gráfica y el color

```
Time = np.linspace(0, len(raw)/sampleRate,
num=len(raw))
plt.title("Ondas del llanto")
plt.plot(Time, raw, color="blue")
plt.ylabel("Amplitud")
plt.rcParams["figure.figsize"] = (10, 5)
plt.show()
```

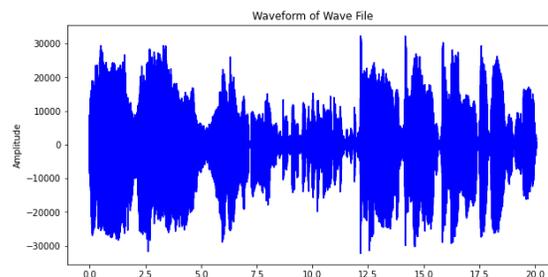


Figura 5. Grafica de frecuencia de audios.
Fuente: Elaboración propia (2021).

Segmentación de datos.

Los datos de frecuencia guardados en un arreglo desde el código de python, se copiaron en un archivo Excel, sin embargo, por la cantidad de datos obtenidos de cada audio, los cuales van desde 970 mil a 1 millón aproximadamente, se segmentaron por ventana.

Para un manejo adecuado de los datos, se procedió a pasarlos a una orientación horizontal y tomando en cuenta la disponibilidad de columnas en Excel que es de 16,384, realizó una segmentación de 60 partes con 16 mil datos cada una, es decir, los datos de cada audio quedaron organizados en 60 filas con 16 mil columnas, ocupando un total de 960 mil datos por cada audio, número escogido ya que todos los audios contaban con esos valores, a partir de ahí, la longitud de los vectores era distinta.

→ 16,000 Columnas

↓ 60 filas

	A	B	C	D	E	F	G
1	-68	-63	-91	-107	-124	-167	-200
2	-620	2519	4574	3911	1516	-761	-2060
3	21	807	1457	1569	1002	-1	-1054
4	-331	-422	-495	-473	-601	-772	-727
5	-521	-787	-983	-1027	-953	-793	-599
6	-513	-503	-348	-168	-71	-70	-206
7	236	164	84	9	-32	-83	-116
8	-6118	-4993	-3122	-1337	-126	858	1065
9	913	914	412	-355	-969	-1104	-809
10	-11193	-11022	-10513	-9704	-8314	-6227	-3759
11	-70	-108	-134	-138	-140	-152	-171

Figura 6. Nuevo dataset.

Fuente: Elaboración propia (2021).

RESULTADOS

Una vez realizada la extracción de los datos de los archivos de audio Wave, se genera un nuevo dataset aún sin etiquetar, el cual se almacena en Excel y contiene la información de frecuencia de 50 audios diferentes. En total se generan 48,000,000 datos, de los cuales pertenecen 960,000 por cada audio, y se encuentran distribuidos en un total de 3,000 filas de 16,000 columnas cada una de ellas.

Como trabajo futuro, el dataset obtenido será etiquetado de acuerdo a diferentes patologías delimitadas con un médico pediatra [2] [8].

Tabla 1. Patologías de neonatos y bebés.

Fuente: Elaboración propia

Patología
Niño sano
Cólico
Enfermedades Respiratorias

Para tener un dataset etiquetado con 3 patologías distintas que servirá para la clasificación del llanto de infantes.

CONCLUSIONES

Para hacer el pre procesamiento de los datos, se debe tomar en cuenta un cierto rango de tiempo, para este caso de estudio en particular, se tomaron 20 segundos, sin embargo, se debe ser cuidadoso en que parte se va a cortar, la cual represente de forma adecuada el lapso de llanto más intenso y con grandes cambios de frecuencia, debido a que estos datos bruscos o notorios, serán los encargados de ayudar a definir mejor las patologías.

Es necesario decir que el trabajar con audios puede llegar a ser laborioso, debido a que los vectores que se extraen con los valores de los cambios de frecuencia del audio son demasiado grandes, un audio de aproximadamente 20 segundos en formato WAV, arroja alrededor de 960,000 a 1 millón de datos.

**BIBLIOGRAFÍA**

[1] Gallegos-Vázquez, M., Sánchez-DelaCruz, E., & Villanueva-Vasquez, D. (2021). Identificación de patologías en el llanto de bebés y neonatos mediante algoritmos ensamblados. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

[2] Gallegos-Vázquez, M., Villanueva-Vasquez, D., & Sánchez-DelaCruz, E. (2020). Sound wave análisis to classify the cry of neonates and babies in Institute Technological of Misantla.

[3] A. Messaoud and C. Tadj. A cry-based babies identification system. In International Conference on Image and Signal Processing, :192–199, 2010.

[4] I. Ozer, Z. Ozer, and O. Findik. Lanczos kernel based spectrogram image features for sound classification.

[5] L. and Tadj C. Alaie, H. F. and Abou-Abbas. Cry-based infant pathology classification using gmms. Speech communication, 77:28–52, 2016.

[6] Lavalier | Rode Mexico. (2019). Rode México. Recuperado 16 de mayo de 2021, de https://www.rodemexico.com/producto.php?products_id=146

[7] AUDACITY. (2014, 16 octubre). AUDACITY. Recuperado 15 mayo de 2021 <https://pedagogiavirtual.org/cursowebhm/documentos/talleres/AUDACITY.pdf>

[8] M. (2021, 15 julio). When Your Baby Won't Stop Crying. HelpGuide.Org. Recuperado 8 de abril de 2021, de <https://www.helpguide.org/articles/parenting-family/when-your-baby-wont-stop-crying.htm#>



Humedales Ornamentales como alternativa de recuperación de Arroyos interurbanos

Arroyo León María de Jesús Samanta¹, Álvarez Contreras Cleotilde Anahí², Mérida Balderrabano Melissa Leticia³, Luna Fernández Brenda Edith⁴, Hernández Reyes Alma Lorena⁵.

Autor^{1,2,3,4,5}. Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Contacto:
212t0442@itsm.edu.mx
235 114 5008

Área temática: **Construcciones sostenibles**

¹María de Jesús Samanta Arroyo León, Ingeniero Civil, Maestría en ingeniería industrial, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

²Cleotilde Anahí Álvarez Contreras, Ingeniero Ambiental, Maestría en ingeniería industrial, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

³Melissa Leticia Mérida Baldebarrano, Ingeniero Industrial, Maestría en ingeniería industrial, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

⁴Brenda Edith Luna Fernández, Ingeniero Industrial, Maestría en ingeniería industrial, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

⁵Alma Lorena Hernández Reyes, Ingeniero en Gestión Empresarial, Maestría en ingeniería industrial, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

RESUMEN: *El agua potable es una necesidad básica tanto para su consumo como para su uso diario. En México la cultura del cuidado y reutilización del agua no se ha tomado con la debida importancia por lo cual durante los últimos años han aumentado los contaminantes que se vierten a los ríos y arroyos de manera clandestina, además se ha experimentado mayor escasez durante las épocas de sequía. Es por eso que hoy en día diversas investigaciones se han enfocado en la construcción de humedales ornamentales para su tratamiento; los cuales han demostrado ser la alternativa perfecta para el tratamiento de las aguas residuales en*

los lugares que no cuentan con las plantas de tratamiento pues demuestran gran eficacia en la eliminación de los contaminantes además de ser una alternativa económica y agradable con el ecosistema. La presente investigación busca caracterizar los Humedales Ornamentales como alternativa de recuperación de Arroyos interurbanos, para ello se muestran aplicaciones en el país y región de Veracruz e información básica para contextualizar el tema.

PALABRAS CLAVE: *Humedales contruidos, aguas residuales urbanas, plantas ornamentales.*



ABSTRACT: *Drinking water is a basic need both for consumption and daily use. In Mexico, the culture of care and reuse of water has not been taken with due importance, which is why during the last few years there has been an increase in the amount of pollutants that are discharged clandestinely into rivers and streams, and there has also been a greater shortage during times of drought. That is why nowadays several researches have focused on the construction of ornamental wetlands for their treatment; which have proven to be the perfect alternative for the treatment of wastewater in places that do not have treatment plants because they show great efficiency in the elimination of pollutants as well as being an economical and pleasant alternative for the ecosystem. The present research seeks to characterize the Ornamental Wetlands as an alternative for the recovery of interurban streams. For this purpose, applications in the country and the region of Veracruz and basic information to contextualize the subject are shown.*

KEYWORDS: *Constructed wetlands, urban residual water, ornamental plants.*

INTRODUCCIÓN.

Los problemas ambientales y la normativa gubernamental hacen que los investigadores académicos y los profesionales de la industria tomen conciencia de las estrategias sostenibilidad en diferentes áreas, si bien el aire y el agua limpios, sin contaminación contaminante, son esenciales para los seres humanos y otros animales salvajes. Sin embargo, hay problemas crecientes del medio acuático, incluida la escasez de agua, la contaminación del agua y la degradación de los recursos hídricos en todo el mundo.

Además, la situación se está agravando debido a los efectos combinados del empeoramiento de la actividad nociva para el medio ambiente

y la gran población, especialmente en los países en desarrollo (Vymazal, 2011). Históricamente, los sistemas de tratamiento de aguas residuales centralizados tradicionales se han utilizado con éxito para el control de la contaminación del agua en la mayoría de los países (Li, Zhu, Ng., & Tan, 2014). Sin embargo, estas tecnologías de tratamiento de aguas residuales, como el proceso de lodos activados, biorreactores de membrana y membranas. En la figura 1, se pueden apreciar las plantas ornamentales populares utilizadas en Humedales.



Figura 1. Plantas ornamentales populares utilizadas en Humedales.

Fuente: Tomada de (Sandoval Herazo, Zamora-Castro, Vidal-Alvarez, & Marín-Muñoz, 2019)

Aguas residuales en México.

El tratamiento de las aguas residuales es relativamente reciente. Su inicio data de fines de 1800 y principios del actual siglo y coincide con la época de la higiene. Esto se desarrolló como consecuencia de la relación entre contaminación de los cursos y cuerpos de agua y las enfermedades de origen hídrico. En un

principio, el tratamiento se hacía mediante el vertido de las aguas residuales al suelo, pero prontamente la superficie de los terrenos no fue suficiente para absorber el cada vez mayor volumen de aguas residuales. En Inglaterra, después de la epidemia del cólera de mitad del siglo XIX, se inició la construcción de los sistemas de alcantarillado, pero el tratamiento de aguas residuales recibió pequeña atención. Debido a lo pequeño de sus ríos en longitud y caudal, la contaminación del agua, pronta se convirtió en un problema. Al principio, el tratamiento estuvo dirigido a evitar problemas con la industria y agricultura más que a los problemas de salud (Rojas, 2002).

Las descargas de aguas residuales se clasifican en municipales y no municipales. Las municipales son generadas en los núcleos de población y colectadas en los sistemas de alcantarillado urbanos y rurales, las no municipales son aquellas generadas por otros usos, como puede ser la industria autoabastecida y que se descargan directamente a cuerpos de agua nacionales sin ser colectadas por sistemas de alcantarillado. Durante el año 2017, las 2526 plantas en operación a lo largo del país trataron 135.6 m³/s, es decir el 63% de los 215.2 m³/s recolectados a través de los sistemas de alcantarillado (CONAGUA, 2018).

En el año 2017, la industria trató 83.7 m³/s de aguas residuales, en 3025 plantas en operación a escala nacional, las cuales se pueden percibir en la figura 2.

El tratamiento de las aguas residuales es realizado con el propósito de evitar la contaminación física, química, bioquímica, biológica y radioactiva de los cursos y cuerpos de agua receptores. De un modo general, el tratamiento persigue evitar: (Rojas, 2002)

- Daños a los abastecimientos públicos, privados e industriales de suministro de agua.
- Daño a las aguas destinadas a la recreación y el esparcimiento.
- Daños a las actividades piscícolas.

- Perjuicios a la agricultura y depreciación del valor de la tierra.
- Impacto al entorno ecológico.

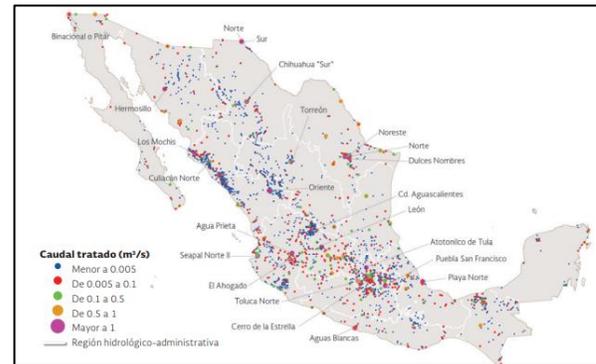


Figura 2. Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, 2017

Fuente: (CONAGUA, 2018)

El tratamiento de las aguas residuales ha sido una consecuencia del desarrollo de la civilización y que se caracteriza por el aumento de la densidad demográfica y expansión industrial. Las razones que justifican el tratamiento de las aguas residuales pueden ser resumidas en cuatro puntos: (Rojas, 2002)

- Razones higiénicas o de salud pública.
- Razones económicas.
- Razones estéticas.
- Razones legales

¿Qué es un humedal?

Los humedales artificiales son humedales diseñados y construidos para imitar los sistemas de humedales naturales para el tratamiento de aguas residuales. Estos sistemas, compuestos principalmente de vegetación, sustratos, suelos, microorganismos y agua, utilizan procesos complejos que involucran mecanismos físicos, químicos y biológicos para eliminar varios contaminantes o mejorar la calidad del agua (Vymazal, 2011).

A principios de la década de 1950, realizó el primer intento dirigido a la posibilidad de utilizar humedales para el tratamiento de aguas residuales, y luego los experimentos se llevaron a cabo y se aplicaron para

tratamientos de aguas residuales sucesivamente en las décadas de 1960 y 1970. En la etapa inicial, la aplicación de humedales artificiales se utilizó principalmente para el tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales tradicionales. En la actualidad, la aplicación de humedales artificiales se ha ampliado significativamente para purificar efluentes agrícolas, efluentes industriales, drenaje de minas, lixiviados de rellenos sanitarios, aguas contaminadas de ríos y lagos y escorrentías urbanas y de carreteras, y también se ha desarrollado en diversas condiciones climáticas como cálidas y húmedas, clima, clima árido y frío, clima tropical en todo el mundo (Wu, 2014). Desde que se construyeron los primeros humedales a gran escala a finales de la década de 1960, ahora hay más de 50.000 humedales en Europa y más de 10.000 humedales en América del Norte (Vymazal, 2011). Además, los humedales son una alternativa prometedora para el tratamiento de aguas residuales en los países en desarrollo, y especialmente en China, se han aplicado miles de humedales como instalaciones de tratamiento de aguas residuales (Chen y col., 2011).

En cuanto a una clasificación, (García, 2004) menciona a los humedales construidos que se han utilizado para tratar una amplia gama de aguas residuales:

- Aguas domésticas y urbanas.
- Aguas industriales, incluyendo fabricación de papel, productos químicos y farmacéuticos, cosméticos, alimentación, refinerías y mataderos entre otros.
- Aguas de drenaje de extracciones mineras.
- Aguas de escorrentía superficial agrícola y urbana.
- Tratamiento de fangos de depuradoras convencionales, mediante deposición superficial en humedales de flujo

subsuperficial donde se deshidratan y mineralizan

En los tratamientos con aplicación del agua residual sobre el terreno el suelo es el receptor de ésta. En este tipo de tratamientos son fundamentales las interacciones entre el agua intersticial y la biopelícula que crece adherido sobre el sustrato sólido.

Los humedales construidos son sistemas de depuración constituidos por lagunas o canales poco profundos (de menos de 1 m) plantados con vegetales propios de las zonas húmedas y en los que los procesos de descontaminación tienen lugar mediante las interacciones entre el agua, el sustrato sólido, los microorganismos, la vegetación e incluso la fauna. Los humedales construidos también se denominan humedales artificiales. Atendiendo al tipo de circulación del agua, los humedales construidos se clasifican en flujo superficial o en flujo subsuperficial (García Serrano & Corzo Hernández, 2008).

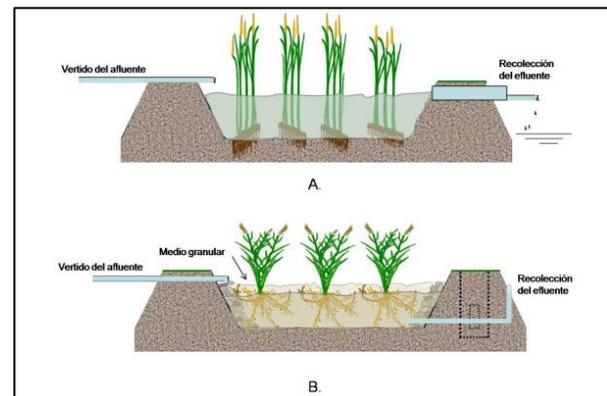


Figura 3. Tipos de humedales construidos; A, con flujo superficial y B con flujo superficial horizontal. Fuente: (García Serrano & Corzo Hernández, 2008)

Por otro lado, los humedales artificiales son sistemas de fitodepuración de aguas residuales. El sistema consiste en el desarrollo de un cultivo de macrofitas enraizadas sobre un lecho de grava impermeabilizado. La acción de los macrofitas hace posible una serie de

complejas interacciones físicas, químicas y biológicas a través de las cuales el agua residual afluyente es depurada progresiva y lentamente. (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010)

De acuerdo a (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010), los sistemas de flujo superficial son aquellos donde el agua circula preferentemente a través de los tallos de las plantas y está expuesta directamente a la atmosfera. Este tipo de humedales es una modificación al sistema de lagunas convencionales. A diferencia de estas, tienen menor profundidad (no más de 0.6 m) y tienen plantas.

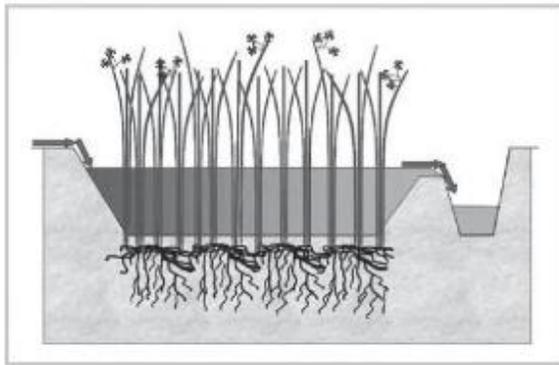


Figura 4. Humedal artificial de flujo superficial.
Fuente: (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010)

Los humedales de flujo subsuperficial pueden ser de dos tipos:

- en función de la forma de aplicación de agua al sistema:
humedales de flujo subsuperficial horizontal y
- humedales de flujo subsuperficial vertical.

Humedales de flujo horizontal

El diseño de estos sistemas por lo general consiste en una cama ya sea de tierra o arena y grava, plantada con macrofitas acuáticas, en

la mayoría de los casos con la caña común o carrizo (*Phragmites australis*). El agua ingresa de forma permanente y recogida por un tubo de drenaje en la parte opuesta inferior. El agua residual se trata a medida que fluye lateralmente a través de un medio poroso. La profundidad del lecho varía entre 0.45 m a 1m y tiene una pendiente entre 0.5% a 1% (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010).

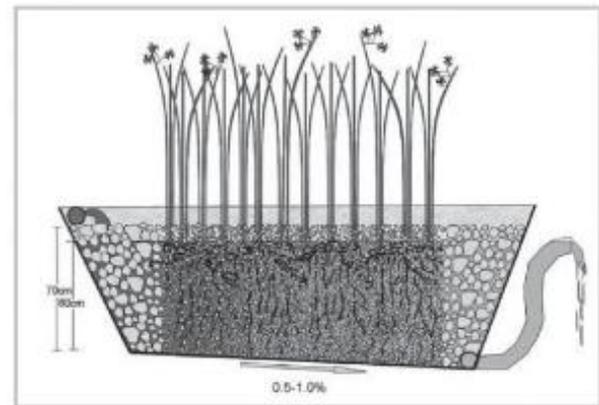


Figura 5. Humedal superficial de flujo horizontal.
Fuente: (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010)

Humedales superficiales de flujo vertical

Los sistemas verticales con flujo subsuperficial son cargados intermitentemente. De esta forma, las condiciones de saturación con agua en la cama matriz son seguidas por periodos de instauración, estimulando el suministro de oxígeno. (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010)

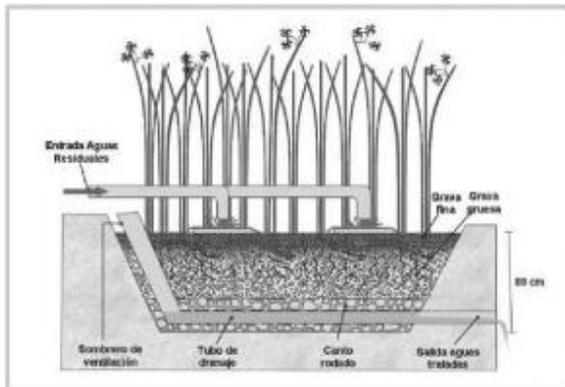


Figura 6. Humedal superficial de flujo vertical.

Fuente: (Delgado, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010)

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la presente investigación, la metodología utilizada en la investigación está basada y modificada a la propuesta por (Hernández Sampieri, 2014), para el proceso de investigación cuantitativa, el cual implica el planteamiento de problema, la revisión de la literatura, la definición del alcance, selección de muestra, recopilación de información y presentación de resultados, para este último se divide en 3 pasos:

Paso 1 Selección de muestra: La búsqueda se comenzó partiendo de palabras clave relacionadas a "Humedal", teniendo en cuenta lo anterior, se seleccionaron las siguientes bases de datos para esta investigación interdisciplinaria: IEEE/IEE Electronic Library a través de IEEE Xplore y ScienceDirect de Elsevier. Además de estas bases de datos, también se utilizó Google académico para complementar las publicaciones relacionadas. Después, se estructuró a través de fichas bibliográfica en una matriz de información. Una vez identificados las investigaciones relacionadas al tema se procedió a su clasificación dentro de la misma matriz, se identificaron un total de 619 publicaciones relacionadas con humedales desde 2002, teniendo una tendencia al alza en cantidad de journals en los últimos 3 años, sin embargo, de

humedales ornamentales se encontró información de 87 en la literatura.

Paso 2 Análisis de la información: Se realizó una preparación de estos basado en el impacto que este tiene a la investigación o al giro de este. De lo cual se puede mencionar que existe un amplio campo investigado en el México en los últimos 5 años.

Paso 3 reporte de resultados: Se encontró una investigación en particular que muestra la eficiencia de remoción en humedales usando plantas ornamentales en 9 investigaciones reportadas por (Marín-Muñoz, 2017), lo cual lo podemos apreciar en la Tabla 1, donde menciona que, estas plantas ornamentales generalmente son cultivadas en áreas terrestres o en macetas como adornos, sin embargo, su adaptación a humedales ha demostrado ser una opción que favorece el tratamiento de aguas residuales, con eficiencias de remoción de nitrógeno y fósforo superiores a 50% y demanda química de oxígeno y coliformes cercanas a 100% de remoción.

Humedales Ornamentales como alternativa de recuperación de Arroyos interurbanos.

La contaminación de los ríos por las descargas de aguas domésticas y municipales es un problema a nivel nacional que requiere ser atendido. Las causas de dicho problema son multifactoriales, entre las que destacan la falta del cumplimiento de las leyes ambientales, la falta de una cultura que respete al medio ambiente, independientemente de las leyes y la falta de tecnologías adecuadas al contexto socioeconómico del país. El poco tratamiento de aguas que se hace en México, se realiza de manera centralizada en grandes plantas de tratamiento de lodos activados, que es una tecnología que requiere grandes cantidades de energía para proporcionar aire a los microorganismos que degradan la materia orgánica de las aguas residuales. Muchas de estas plantas, no funcionan al 100%, por fallas técnicas o porque reciben mayor volumen de



agua que para el que fueron diseñadas. (Hernández Alarcón, 2021)

Tabla 1. Uso de humedales artificiales con plantas ornamentales.

Humedal	Vegetación utilizada	Población donde se utiliza	Eficiencia de remoción
SS-FH	Typha sp. Zantedeschia aerhiopica, etc	Pinoltepec, Emiliano Zapata Veracruz	NT: 47% PT:33% DQO: 67%
SS-FH	Canna hybrid, Alphinia purpurata y Hedychium coronarum	Pastorias, Actopan, Veracruz	F: 35-45% CL: 28-34%
SS-FH	Canna hybrids y stretitzia reginae	México	DQO: 86% NT:30-33% PT:24-44%
SS-FV	Zantedeschia aethiopica (6 meses) despues canna indica (3 meses)	Ocotlan, Jalisco	NT:22.4% PT:5% DQO:65%
SS-FH	Zantedeschia aethiopica y Heliconia Golden Torch	Xalapa, Veracruz	DQO: 70% P-PO4: 76% NO3: 76%
SS-FV	Zantedeschia aethiopica	Instalaciones de Centro de Invest. Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC) de UAM Xochimilco, México	DQO: 92 % N-NH4: 85% P-PO4: 80%
SS-FH	Pontederia sagittata	Xalapa, Veracruz	DQO: 81% NT: 58%
SS-FH	Strelitzia reginae, Zantedeschia esthiopica, Canna hybrids Anthurium andreaum, Hemerocallis, Dumortieri	Ocotlan, Jalisco	DQO: >75% P: 66% Coliformes:>99%
SS-FV	Heliconia psittacorum	Tapachula, Chiapas	DQO: 91% Coliformes: 93 %

RESULTADOS



Figura 7. Evidencia de resultado de humedales.

Fuente: (Hernández Alarcón, 2021)

El reúso del agua depende en gran medida de su calidad, como se puede percibir en la Figura 7. En el área acuícola el agua tratada es utilizada para el cultivo de peces, siempre y cuando el líquido tenga calidad idónea para tal fin. Para dicho caso generalmente el humedal suele ser un tratamiento terciario, es decir, antes de llegar el agua a tratar por el humedal, ya pasó por otros tratamientos, tales como filtros de sólidos, desarenadores o trampa de grasas. La reutilización del agua para irrigación en áreas agrícolas y áreas verdes, así como para usos urbanos no potables y porcícolas, generalmente no requiere forzosamente que el sistema de humedal sea un tratamiento secundario o terciario, sino utilizar al humedal como único tratamiento es suficiente. Utilizar los humedales como sistemas de tratamiento de aguas residuales es una situación que atenúa la escasez de agua, disminuye su consumo de agua de calidad para fines diferentes al potable, y con ello coadyuva a permitir la recarga natural de los acuíferos. De igual manera, la reutilización del agua favorece el ahorro económico, tanto a nivel industrial como del hogar, dado que el agua que se contamina se reutiliza cíclicamente. (Marín-Muñiz, 2017).

Por lo tanto, los humedales, no sólo limpian el agua, sino que también ayudan a mitigar el calentamiento global al capturar el carbono de la atmósfera y al producir energía renovable sin el uso de combustibles fósiles. Los humedales construidos, consisten en canales



impermeables con sustrato (grava, arena, plástico, piedra de río, entre otros) donde se siembran plantas nativas o no nativas de humedales. El agua sucia fluye por estos canales y por acción de los microorganismos adheridos al sustrato y raíces, se degrada la materia orgánica y se remueven bacterias coliformes, y por absorción de las plantas se eliminan los contaminantes, como el nitrógeno y fósforo. En el instituto de Ecología, A.C., se ha desarrollado un diseño de humedales que utilizan tanto plantas nativas de humedales como plantas ornamentales de valor comercial, para el tratamiento de aguas domésticas, de tal manera que se convierte el problema de contaminación en un jardín de flores y agua limpia. (Hernández Alarcón, 2021)

CONCLUSIONES

La falta de plantas de tratamiento en México poco a poco comienza a pasar factura; año con año nos encontramos ante situaciones de sequía más graves y ríos y arroyos con desagües directos de aguas contaminadas que causan la contaminación de los cuales miles de personas son víctimas, no solo las ciudades urbanizadas e industrializadas deben contar con estos procesos de tratamiento para las aguas contaminadas sino que se deben implementar alternativas que solucionen el problema de la contaminación que causamos a los ríos y arroyos de nuestra comunidad. Como es el caso de los humedales ornamentales que han demostrado tener alta eficacia en la remoción de contaminantes además de ser económicos también se pueden implementar en casa para el tratamiento de aguas residuales domésticas y con ello disminuir el uso del agua potable y reutilizar el agua contaminada después de su tratamiento e implementar la cultura de verter las aguas ya tratadas a los caudales de la región y con esto evitar su contaminación y seguir aprovechando de un recurso natural limitado.

BIBLIOGRAFÍA

- CONAGUA. (2018).** *Estadísticas del agua en México. Ciudad de México: Comisión Nacional del Agua.*
- Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L., & Andrade, M. (2010).** *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Cochabamba, Bolivia: Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA).*
- García, J. (2004).** *Tratamiento de aguas industriales: Análisis microbiológico de aguas residuales. Barcelona: Universidad Iberoamericana.*
- García Serrano, J., & Corzo Hernández, A. (2008).** *Depuración con humedales construidos.*
- Hernández Alarcón, M. (2021).** *Limpiando agua en humedales con flores. Obtenido de INECOL.*
- Hernández Sampieri, R. (2014).** *Metodología de la investigación. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.*
- Li, Y., Zhu, G., Ng, W., & Tan, S. (2014).** *Una revisión sobre la eliminación de contaminantes farmacéuticos de las aguas residuales mediante humedales artificiales. Desalin. Tratamiento de agua 32., 271-276.*
- Marín-Muñiz, J. (2017).** *Humedales construidos en México para el tratamiento de aguas residuales, producción de plantas ornamentales y reuso del agua. Agroproductividad, 90-95.*
- Mayring, P. (2004).** *A companion to qualitative research. Qualitative content analysis, 266-269.*
- Rojas, R. (2002).** *Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Gestión integral de tratamiento de aguas residuales (págs. 1-19). Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.*
- Sandoval Herazo, L., Zamora-Castro, S. A., Vidal-Alvarez, M., & Marín-Muñoz, J. L. (2019).** *Role of Wetland Plants and Use of Ornamental Flowering Plants in*

Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: A Review. Applied Sciences.***Vymazal, J. (2011). Plantas utilizadas en humedales artificiales con subsuelo horizontal flujo: Una revisión. Hydrobiología 674, 133-156.******Wu, S. (2014). Desarrollo de construcción. Humedales en la intensificación del desempeño para el tratamiento de aguas residuales. Agua Res 57C, 40-55.******Zhang, S., Lee, C., Chan, H., Choy, K., & Wu, Z. (2015). Swarm intelligence applied in green logistics: A literature review. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 37, 154-169.***



SISTEMA DE MENÚS NUTRITIVOS INFANTILES PARA GUARDERÍA

Salinas Guinto Karla Guadalupe , Eduardo Vázquez Santacruz

Contacto:
karla.guinto1701@gmail.com

Área temática: **Inteligencia artificial.**

RESUMEN

El presente trabajo pretende identificar el tipo de alimentación con base a las características del niño determinando si es omnívoro, vegetariano o vegano, una vez identificado dar una propuesta de solución a la creación de menús nutritivos infantiles para guardería con la ayuda de algoritmos de predicción aplicando la inteligencia artificial.

El funcionamiento del algoritmo recibe como entrada los datos del infante, como su nombre completo, género, edad, así como una serie de preguntas que determinaran el tipo de alimentación. Procesamos los datos y como resultado final, se analiza la precisión de los datos.

Palabras claves: *Inteligencia artificial, algoritmo, predicción.*

INTRODUCCIÓN

Las redes neuronales artificiales (RNA) es una rama de la Inteligencia artificial siendo un área que se ha ido consolidando y desarrollando en los últimos años. Este campo se destaca por la implementación de soluciones informáticas a través de patrones emulando el comportamiento del cerebro humano. Las RNA se definen como un conjunto de unidades

llamadas neuronas artificiales conectadas cuya representación gráfica es la siguiente figura.

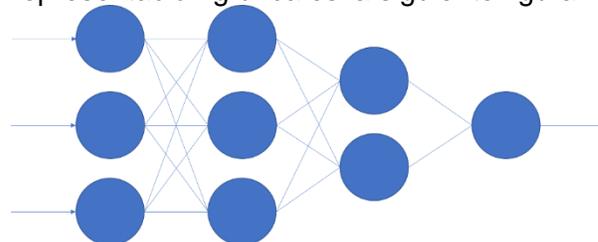


Figura 1. Representación gráfica de una red neuronal.

Las RNA son ampliamente empleados en diversos escenarios teóricos y prácticos como el análisis de patrones, toma de decisiones, procesamiento de imágenes, reconocimiento de imágenes, entre otras aplicaciones.

El funcionamiento de esta técnica resulta interesante y sencilla de comprender, consiste en un conjunto de elementos simples de procesamiento conocido como nodos o neuronas que están conectadas entre sí por conexiones que tienen un valor numérico modificable llamado peso. El proceso consiste en sumar los valores de los inputs (entradas) que se reciben de otras unidades conectadas a ella, comparar esta cantidad con el valor umbral y, si lo iguala o supera, enviar activación u output (salida) a las unidades que están conectadas.



Los RNA requieren un proceso de aprendizaje para su aplicación en la resolución de una problemática en concreto que dicho proceso es el que se aplica en todas las áreas del aprendizaje automático (Machine learning). Esta fase se le conoce como fase de entrenamiento que consiste en suministrar los datos que permita que el algoritmo realice su aprendizaje inicial y que al evaluar el modelo el margen de error sea bajo.

Como se había mencionado anteriormente, las redes neuronales son ampliamente empleados en diversos planteamientos ya que tienen la capacidad de aprender ejecutar tareas en base al entrenamiento, así como las neuronas pueden reconocer patrones que no han sido aprendidos, solamente basta con tener cierto parecido al conocimiento previo de la red.

Es por ello que, al ser una técnica adaptable y sencilla de implementar ante grandes conjuntos de datos, esta se implementará al presente proyecto para poder determinar el tipo de alimentación del niño tomando en cuenta los alimentos que el infante ingiere, en este caso solo se consideraron los siguientes tipos de alimentación ya que son los más comunes:

- Omnívoro
- Vegetariano
- Vegano

MÉTODO

2.1 Antecedentes

La arquitectura de procesamiento de la información de los sistemas de RNA se distingue de la arquitectura convencional Von Neumann (fundamento de la mayor parte de los ordenadores existentes) en una serie de aspectos fundamentales.

En primer lugar, el procesamiento de la información de un modelo Von Neumann es secuencial, esto es, una unidad o procesador central se encarga de realizar una tras otras determinadas transformaciones de expresiones binarias almacenadas en la

memoria del ordenador. Estas transformaciones son realizadas de acuerdo con una serie de instrucciones (algoritmo, programa), también almacenadas en la memoria.

La operación básica de un sistema de este tipo sería: localización de una expresión en la memoria, traslado de dicha expresión a la unidad de procesamiento, transformación de la expresión y colocación de la nueva expresión en otro compartimento de la memoria. Por su parte, el procesamiento en un sistema conexionista no es secuencial sino paralelo, esto es, muchas unidades de procesamiento pueden estar funcionando simultáneamente.

En segundo lugar, un rasgo fundamental de una arquitectura Von Neumann es el carácter discreto de su memoria, que está compuesta por un gran número de ubicaciones físicas o compartimentos independientes donde se almacenan en código digital tanto las instrucciones (operaciones a realizar) como los datos o números que el ordenador va a utilizar en sus operaciones.

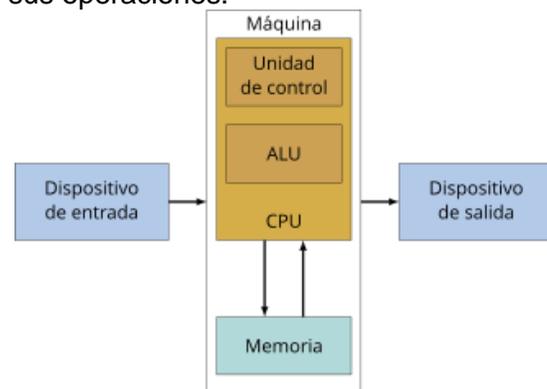


Figura 2. Modelo Von Neumann

En redes neuronales, en cambio, la información que posee un sistema no está localizada o almacenada en compartimentos discretos, sino que está distribuida a lo largo de los parámetros del sistema. Los parámetros que definen el “conocimiento” que una red neuronal posee en un momento dado son sus conexiones y el estado de activación de sus unidades de procesamiento. En un sistema

conexiónista las expresiones lingüísticas o simbólicas no existen como tales. Serían el resultado emergente de la interacción de muchas unidades en un nivel subsimbólico. Por último, un sistema de RNA no se programa para realizar una determinada tarea a diferencia de una arquitectura Von Neumann, sino que es “entrenado” a tal efecto. Consideremos un ejemplo típico de aprendizaje o formación de conceptos en la estructura de una RNA. Supongamos que presentamos a la red dos tipos de objetos, por ejemplo, la letra A y la letra E con distintos tamaños y en distintas posiciones.

En el aprendizaje de la red neuronal se consigue, tras un número elevado de presentaciones de los diferentes objetos y consiguiente ajuste o modificación de las conexiones del sistema, que la red distinga entre As y Es, sea cual fuere su tamaño y posición en la pantalla. Para ello, podríamos entrenar la red neuronal para que proporcionase como salida el valor 1 cada vez que se presente una A y el valor 0 en caso de que se presente una E.

2.2 Aprendizaje de una RNA

El aprendizaje en una RNA es un proceso de ajuste o modificación de los valores o pesos de las conexiones, “hasta que la conducta del sistema acaba por reproducir las propiedades estadísticas de sus entradas” (Fodor y Pylyshyn, 1988, p. 30). En nuestro ejemplo, podríamos decir que la red ha “aprendido” el concepto de letra A y letra E sin poseer reglas concretas para el reconocimiento de dichas figuras, sin poseer un programa explícito de instrucciones para su reconocimiento.

2.3 Elementos que conforma la RNA

La neurona artificial es una unidad procesadora con cuatro elementos funcionales:

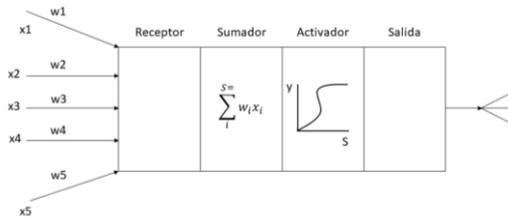


Figura 3. Esquema neuronal

- Receptor
- Sumador
- Activador
- Salida

1) Receptor

El elemento receptor es a donde llegan una o varias señales de entrada x_i , que generalmente provienen de otras neuronas y que son atenuadas o amplificadas cada una de ellas con arreglo a un factor de peso w_i que constituye la conectividad entre la neurona fuente de donde provienen y la neurona de destino en cuestión.

2) Sumador

El elemento sumador efectúa la suma algebraica ponderada de las señales de entrada, ponderándolas de acuerdo con su peso, aplicando la siguiente expresión:

$$S = \sum_i w_i x_i$$

3) Activador

El elemento activador aplica una función no lineal de umbral (que frecuentemente es una función escalón o una curva logística) a la salida del sumador para decidir si la neurona se activa, disparando una salida o no.

4) Salida

El elemento salida es aquel que produce la señal, de acuerdo con el elemento anterior, que constituye la salida de la neurona.

Este modelo neuronal es el utilizado en casi todas las redes neuronales artificiales, variando únicamente el tipo de función activadora.

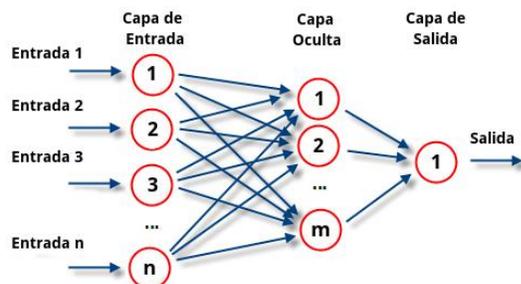


Figura 4. Funcionamiento de una RNA

2.4 Elaboración de la RNA

Para el desarrollo del proyecto se utilizó Google Colab ya que nos permite ejecutar y programar en Python desde el navegador. Con esta herramienta podremos procesar nuestros datos y crear la red neuronal.

Comenzamos instalando la versión 3.6 de Python, es importante mencionar este paso ya que es la versión que mejor trabaja con librerías especializadas en redes neuronales.

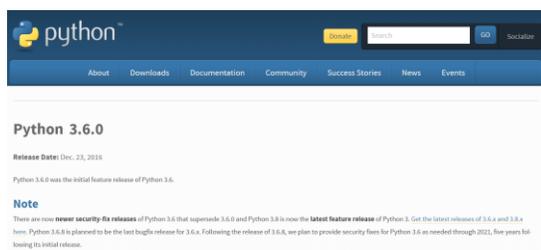


Figura 5. Página de descarga de la versión Python 3.6

Abrimos un notebook nuevo de Google Colab para comenzar a trabajar, así como subir nuestra base de datos.

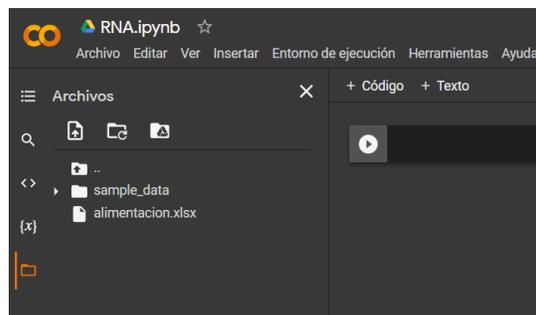


Figura 6. Exploración de Google Colab y carga de los datos.

Empezamos importando librerías que nos ofrece Python, las cuales nos servirán para el procesamiento de nuestros datos así como la construcción de nuestra red neuronal, sin embargo, en primera instancia colocaremos solo las librerías para trabajar con nuestros datos para mantener una organización adecuada del código.

Librerías para el procesamiento de los datos:

```
⇒ import numpy as np
⇒ from numpy import loadtxt
⇒ import scipy
⇒ import matplotlib.pyplot as plt
⇒ import pandas as pd
```

Pasamos a extraer nuestros datos, los cuales son de 100 muestras, contando con la siguiente información:

- ID clave única del niño
- Nombre
- Apellido
- Género
- Edad (meses)
- Consume cualquier producto de origen animal
- Consume proteína de origen animal (Carne, huevo, marisco)
- Consume toda proteína animal (Carne, huevo, marisco)
- Excluye todos los productos de origen animal (Miel, huevo, leche)



- Consume lácteos de origen animal
- Última columna es da como resultado si el niño es Omnívoro, Vegetariano o Vegano

Separamos nuestros datos en 2 partes, las variables independientes (X) que abarcan las columnas 6 a la 11 que son las preguntas para conocer si el niño consume o no cierto tipo de alimentos, y por otro lado tenemos a la variable que se quiere predecir (Y) que es la última columna donde obtenemos como resultado el tipo de alimentación.

Consumo cualquier producto de origen animal	Consumo proteína de origen animal (Carne, huevo, marisco)	Consumo toda proteína animal (Carne, huevo, marisco)	Excluye todos los productos de origen animal (Miel, huevo, leche)	Consumo lácteos de origen animal	Alimentación
Si	Si	Si	No	No	Si Omnívoro
No	No	No	Si	No	No Vegano
No	Si	No	No	Si	Si Vegetariano
Si	Si	Si	No	Si	Si Omnívoro
No	No	No	Si	No	No Vegano
Si	Si	Si	No	Si	Si Omnívoro
Si	Si	Si	No	Si	Si Omnívoro
No	No	No	Si	No	No Vegano
No	No	No	No	No	No Vegetariano
Si	Si	Si	No	Si	Si Omnívoro
Si	Si	Si	No	Si	Si Omnívoro
No	No	No	Si	No	No Vegano
No	No	No	Si	No	No Vegano
Si	Si	Si	No	Si	Si Omnívoro
No	No	No	Si	No	No Vegano

Figura 7. Conjunto de datos de la columna 6 a la 11

Ya que separamos nuestros datos, incluimos una librería que nos servirá para codificar nuestros datos para un mejor procesamiento y desarrollo de la red. Lo que haremos será transformar las variables tipo cadena de texto a valores numéricos e ir ajustando los valores.

```
X
array([[ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'No', 'Si', 'No', 'No', 'Si'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'No', 'No'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No'],
       [ 'Si', 'Si', 'Si', 'No', 'Si'],
       [ 'No', 'No', 'No', 'Si', 'No']])
```

Figura 8. Conjunto de datos de X

```
Y
array(['Omnívoro', 'Vegano', 'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano',
       'Omnívoro', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Vegetariano', 'Omnívoro',
       'Omnívoro', 'Vegano', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Omnívoro',
       'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Vegano',
       'Vegetariano', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Omnívoro', 'Vegano',
       'Vegetariano', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Vegano',
       'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Omnívoro',
       'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Vegano',
       'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Vegano',
       'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Vegano', 'Vegetariano', 'Omnívoro',
       'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Vegano', 'Vegetariano', 'Omnívoro',
       'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Omnívoro',
       'Omnívoro', 'Vegano', 'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano',
       'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Omnívoro',
       'Vegetariano', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Omnívoro', 'Omnívoro',
       'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegetariano'], dtype=object)
```

Figura 9. Conjunto de datos de Y

```
⇒ from sklearn.preprocessing
import LabelEncoder
```

```
Y
array(['Omnívoro', 'Vegano', 'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano',
       'Omnívoro', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Vegetariano', 'Omnívoro',
       'Omnívoro', 'Vegano', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Omnívoro',
       'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Vegano',
       'Vegetariano', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Omnívoro', 'Vegano',
       'Vegetariano', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Vegano',
       'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Omnívoro',
       'Vegano', 'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Vegano', 'Vegano',
       'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Vegano',
       'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Vegano',
       'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Vegano', 'Vegetariano', 'Omnívoro',
       'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano', 'Omnívoro',
       'Omnívoro', 'Vegano', 'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano',
       'Omnívoro', 'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegano',
       'Omnívoro', 'Vegetariano', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Omnívoro',
       'Vegetariano', 'Vegano', 'Omnívoro', 'Omnívoro', 'Vegano',
       'Vegetariano', 'Omnívoro', 'Vegetariano'], dtype=object)
```

Figura 10. Transformación del conjunto de datos de X



```

    encoded_y
    array([[0, 1, 2, 0, 1, 0, 0, 1, 2, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 2, 0, 1, 0,
           1, 0, 0, 1, 2, 2, 1, 0, 1, 2, 1, 0, 1, 1, 2, 0, 1, 0, 0, 1,
           1, 1, 1, 0, 2, 0, 1, 1, 0, 1, 2, 0, 2, 2, 0, 0, 2, 1, 0, 2,
           0, 0, 2, 0, 1, 0, 0, 1, 2, 0, 1, 0, 0, 2, 0, 1, 0, 2, 0, 1,
           2, 1, 0, 0, 2, 1, 0, 0, 1, 2, 0, 2])
    
```

Figura 11. Transformación del conjunto de datos de Y

Al haber transformado los datos, nos quedaron de la siguiente manera:

Las respuestas donde tenemos un Sí es 1, mientras que No es 0. En el caso de la variable que queremos predecir Omnívoro es 0, Vegano es 1 y Vegetariano es 2.

Ya que recodificamos las variables, pasamos a la fase de entrenamiento y testing donde separaremos el 70% de los datos para entrenarlos mientras que para test es el 30%. Nuevamente integramos un par de librerías que una nos servirá para dividir el conjunto de datos y la otra para poder estandarizarlos, este último paso es muy importante ya que nos aseguramos de tener datos uniformes.

```

    => from sklearn.model_selection import train_test_split
    => from sklearn.model_selection import StandardScaler
    
```

Comprobamos que nuestros datos están divididos:

```

    len(X_train)
    70

    [29] len(X_test)
    30
    
```

Figura 12. Comprobación de nuestros datos divididos

Ya que tenemos preparados nuestros datos pasamos a crear la red neuronal. Para ello, importamos las librerías necesarias para crear la RNA.

```

    => import keras
    
```

```

    => from keras.layers import Sequential
    => from keras.layers import Dense
    
```

Creamos el modelo. Creamos la primera capa de entrada y la primera capa oculta. Después añadimos la segunda capa oculta y finalizamos con la capa de salida. Gráficamente nos quedaría de la siguiente manera:

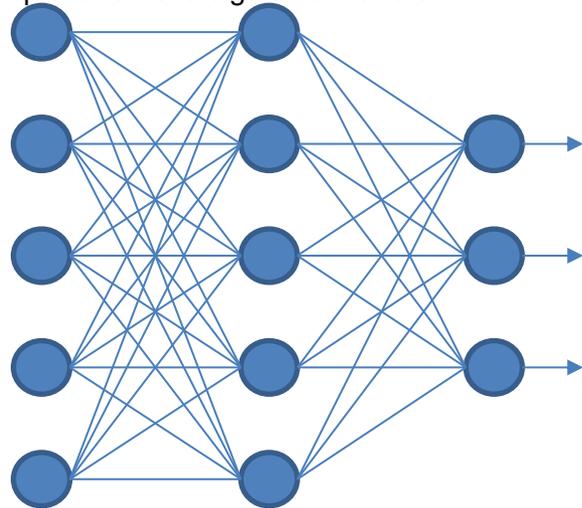


Figura 13. Representación gráfica de nuestra RNA

Para la creación de la primera capa establecemos 5 nodos para poder pasarle la misma cantidad de datos que corresponden al número de columnas, para continuar con el procesamiento de los datos, en la segunda capa oculta establecemos 5 nodos y finalmente para la capa de salida 3 que corresponden a los 3 resultados a predecir.

```

    #Creamos el modelo
    def model_rna():
        model = Sequential()

        #Creamos la primera capa de entrada y la primera capa oculta
        model.add(Dense(5, input_dim=5, kernel_initializer="uniform", activation="relu"))

        #Añadimos la segunda capa oculta
        model.add(Dense(5, kernel_initializer="uniform", activation="relu"))

        #Añadimos la capa de salida
        model.add(Dense(3, kernel_initializer="uniform", activation="sigmoid"))

        #Compilamos la red neuronal
        model.compile(optimizer="adam", loss="categorical_crossentropy", metrics=["accuracy"])
        return model
    
```

Figura 14. Creación del modelo



Es destacable que para la implementación de las redes neuronales estas se adaptan dependiendo del problema, por lo general las situaciones planteadas a resolver trabajan con resultados a predecir con dos clases, o binarios. Sin embargo, para este trabajo se observa que los resultados a predecir constan de tres respuestas por lo que el desarrollo de la RNA será distinto.

Cuando tenemos tres variables a predecir se le llama redes neuronales multiclase, este tipo de clasificaciones solo se implementa cuando tengamos más de dos valores a predecir, es por eso que utilizamos el clasificador *categorical_crossentropy* que se implementa solo cuando hay más de dos clases de etiquetas.

Como paso siguiente, ajustamos y entrenamos el modelo para verificar su eficacia. Para ello, se realizará una serie de iteraciones que nos permitan entrenar la red creada.

Antes de explicar la iteración, es importante describir dos parámetros que implementaremos en el código.

- epochs
- batch_size

epochs: Es el número de iteraciones que se le aplicaran a nuestro modelo.

batch_size: Es un hiperparámetro que define la cantidad de muestras a través de las cuales trabajar antes de actualizar los parámetros internos del modelo.

Ahora, procedemos a integrar otra librería que nos servirá para clasificar las tres etiquetas

```
⇒ from
keras.wrappers.scikit_learn
import KerasClassifier
```

Se realizarán 200 iteraciones donde en base a los resultados del conjunto de datos X, se hacen clasificaciones para determinar los resultados que se obtuvieron en el conjunto de datos Y.

Finalmente, integramos librerías que nos permitan trabajar con la validación cruzada para evaluar y determinar la precisión de nuestro modelo. Estableciendo el número de pliegues que será de 10 y para que la validación sea aleatoria colocamos una semilla que se usa para trabajar con números aleatorios y obtener óptimos resultados.

```
⇒ from
sklearn.model_selection
import KFold

⇒ from
sklearn.model_selection
import cross_val_score
```

```
from sklearn.model_selection import KFold
from sklearn.model_selection import cross_val_score

seed = 8
np.random.seed(seed)

kfold = KFold(n_splits=10, shuffle=True, random_state=seed)
results = cross_val_score(estimator, X, cod_y, cv=kfold)

print("Accuracy: %.f %% " % (results.mean()*100))

WARNING:tensorflow:5 out of the last 9 calls to <function Model.compile at 0x7f8c1e1e1e1e>
WARNING:tensorflow:6 out of the last 11 calls to <function Model.compile at 0x7f8c1e1e1e1e>
Accuracy: 95 %
```

Figura 15. Precisión del modelo

Como se puede observar en la figura 15 la precisión de nuestro modelo es del 95%, esto representa una alta probabilidad de que la red neuronal clasifique debidamente el tipo de alimentación del niño con tan solo conocer que tipo de alimentos o productos consume.

CONCLUSIÓN

La implementación de las redes neuronales artificiales nos permite una óptima clasificación a diversos tipos de problemas. Resulta una herramienta sencilla y adaptable ante este planteamiento. Además, haber trabajado con un lenguaje de alto nivel como Python permitió el uso de la librería principal en el desarrollo del proyecto que fue *Keras* esta especializada en



la creación de las RNA facilitando la elaboración del modelo.

Gracias a estas herramientas, los resultados esperados fueron óptimos obteniendo un alto porcentaje de efectividad con el modelo, que una vez implementado en un sistema, rápidamente conseguiremos la clasificación del tipo de alimentación con tan solo responder una serie de preguntas que al cabo de unos segundos nuestra red neuronal podrá predecir. Otro punto destacable es que, en el presente trabajo a pesar de haberse enfocado en la predicción del tipo de alimentación del niño en una guardería, esta red se puede también adaptar a sistemas de nutrición en alguna profesión.

Este proyecto va principalmente dirigido a las guarderías que requieran mejorar la alimentación de los niños, ya que una correcta alimentación evitará problemas nutricionales a futuro como sobrepeso, anemia u obesidad. Gracias a las RNA y este modelo, el análisis de datos será más sencillo de realizar y la toma de decisiones será más adecuada.

REFERENCIAS

J.J.M.M. (2002). *Redes neuronales artificiales aplicadas al análisis de datos.*

Tesis Doctorals en Xarxa. Published.

<https://www.tdx.cat/handle/10803/9441#page=1>

Rivas Asanza, W., Mazón Olivo, B., & Mejía Peñafiel, E. (2018). *Generalidades de las redes neuronales artificiales.* Machala : Universidad Técnica de Machala. Published.

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14223>

Tostado Sánchez, S. E., Ornelas Rodríguez, M., Espinal Jiménez, A., & Puga Soberanes, H. J. (2015). *Implementación del algoritmo de inteligencia artificial para el entrenamiento de redes neuronales de*

***segunda generación. Jóvenes en la Ciencia.* Published.**

http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/715/pdf_2

Gené, J. (2018, 19 marzo). *La importancia de una buena nutrición infantil durante el crecimiento.* Instituto Europeo de Nutrición y Salud. <https://ienutricion.com/nutricion-infantil/>

Lara Rosano, F. (s.f.). *Fundamentos de redes neuronales artificiales.* Laboratorio de cibernética aplicada, centro de instrumentos, UNAM. Published.

http://conceptos.sociales.unam.mx/conceptos_final/598trabajo.pdf

Hernández Hernández, L., & Hernández Espinoza, A. (2011). *Introducción a las Redes Neuronales.* Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Sistemas Computacionales. Published.

https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presenticiones/huejutla/sistemas/redes_neuronales/introduccion.pdf

Rivas Asanza, W. (2017). *Redes neuronales artificiales aplicadas al reconocimiento de patrones.* En B. Mazón Olivo (Ed.), *Redes 2017* (pp. 10–16). UTMATCH.

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14223/1/Cap.1-Generalidades%20de%20las%20redes%20neuronales%20artificiales.pdf>

Matplotlib. (s.f.). *Matplotlib: Python plotting* — Matplotlib 3.4.2 documentation.

<https://matplotlib.org/>

Gonzalez, L. (2020, 20 agosto).

***Introducción a la librería NumPy de Python - Parte 1.* Aprende IA.**

<https://aprendeia.com/introduccion-a->

**[numpy-python-](#)**

[1/#:~E:text=NumPy%20es%20un%20paquete%20de,garantizan%20c%3%A1culos%20eficientes%20con%20matrices](#)

Alberca, A. S. (2021, 14 mayo). La librería Pandas. Aprende con Alf.

<https://aprendeconalf.es/docencia/python/manual/pandas/#:~E:text=Pandas%20es%20una%20librer%C3%ADa%20de,caracter%C3%ADsticas%20de%20esta%20librer%C3%ADa%20son%3A&text=Permite%20leer%20y%20escribir%20f%C3%A1cilmente,no mbres%20para%20filas%20y%20columnas>
Preprocessing data — scikit-learn 0.24.2 documentation. (s.f.). Scikit-Learn.
<https://scikit-learn.org/stable/modules/preprocessing.html>