

La Investigación y el Desarrollo Tecnológico en las Residencias Profesionales



Research and Technological Development in Professional Residences

ISSN 2992-7315

Año 2 No. Especial 1 julio 2024

RICT

Revista de Investigación Científica, Tecnológica e Innovación

Edición Semestral volumen 2, número Especial 1,
diciembre 2024

Edición especial proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en las residencias profesionales de Ingeniería en Sistemas Computacionales.



ISSN 2992-7315



9 772992 731002



DESDE 2023

<https://revista.ccaite.se.com>

RICT Revista de Investigación Científica, Tecnológica e Innovación

Publicación Semestral RICT Vol. 2 No. Especial 1 (2024)



ISSN: 2992-7315

Volumen 2 – No. Especial 1 – 2024

Edición Especial

ISSN: 2992-7315

Proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico en las Residencias Profesionales de Ingeniería en Sistemas Computacionales

Investigación, desarrollo tecnológico e innovación multidisciplinaria en los Centros de Cooperación Academia Industria para el desarrollo y la generación de soluciones a los problemas prioritarios en la sociedad, la salud, el medio ambiente, la seguridad y el bienestar en las organizaciones, la industria, la academia y la sociedad en general.

Comité Editorial

Leonardo Miguel Moreno Villalba

Editor en jefe

Centro de Cooperación Academia Industria TESE

lmoreno@tese.edu.mx

Francisco Javier Hernández Barajas

Editor invitado

División de Ingeniería en Sistemas Computacionales TESE

francisco.barajas@tese.edu.mx

RICT Revista de Investigación Científica, Tecnológica e Innovación, año 2, No. Especial 1, Julio 2024, es una Publicación semestral, indexada y arbitrada a doble ciego editada Leonardo Miguel Moreno Villalba y Francisco Jacob Ávila Camacho. Av. Tecnológico sn, Col. Valle de Anahuac Sección Fuentes, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55210, Tel. (01) 55 55002322, <https://ccaite.se.com>, <https://revista.ccaite.se.com>, ccai@tese.edu.mx. Editor responsable: Leonardo Miguel Moreno Villalba. Editor invitado: Francisco Javier Hernández Barajas. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2023-072413552000-102, ISSN: 2992-7315, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número Francisco Javier Hernández Barajas, Av. Tecnológico sn, Col. Valle de Anahuac Sección Fuentes, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55210, fecha de última modificación 16 de julio de 2024.



DESDE 2023

<https://revista.ccaitec.com>

RICT Revista de Investigación Científica, Tecnológica e Innovación

Publicación Semestral RICT Vol. 2 No. Especial 1 (2024)



ISSN: 2992-7315

Directorio

Leonardo Miguel Moreno Villalba

Editor en Jefe (Editor-in-Chief)

<https://orcid.org/0000-0003-0937-3586>

Francisco Jacob Ávila Camacho

Editor Asociado (Associate Editor)

<https://orcid.org/0000-0002-0086-5827>

Francisco Javier Hernández Barajas

Editor Invitado (Guest Editor)

Consejo Editorial (Editorial Board)

Dr. Adolfo Melendez Ramírez

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

<https://orcid.org/0000-0002-4751-0089>

Dr. Genaro Iván Cerón Montes

Universidad Tecnológica de Tecamac

<https://orcid.org/0000-0002-1111-0307>

M. en A.D.N. Juan Manuel Stein Carrillo

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

<https://orcid.org/0000-0003-3594-504X>

Dr. José Alberto Hernández Aguilar

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Dr. Abraham Jorge Jiménez Alfaro

Tecnológico Nacional de México / TES Chimalhuacan

<https://orcid.org/0000-0003-3058-9082>

M. en ISC. Roberto Carlos Muñoz Celaya

Tecnológico Nacional de México / TES Coacalco

Comité Técnico Revisor (Reviewer Board)

Dr. Carlos Alfonso Trejo Villanueva

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

Dr. Emmanuel Tonatihu Juárez Velázquez

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

M. en C. Javier Norberto Gutiérrez Villegas

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

Ing. Francisco Javier Hernández Barajas

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

M. en C. Israel Gutiérrez Villegas

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

Dra. Griselda Cortes Barrera

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

Dra. Mercedes Flores Flores

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

M.I.S.C. Alejandro López Patiño

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

Dr. Derlys Hernández Lara

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

Dr. Francisco Jacob Ávila Camacho

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

Dra. Mariana Zuleima Pérez González

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

Dr. José Alberto Hernández Aguilar

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

M. en A.D.N. Juan Manuel Stein Carrillo

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

Dra. María de la Luz Delgadillo Torres

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

M. en C. Edgar Corona Organiche

Tecnológico Nacional de México / TES Ecatepec

M. en I.S.C. Sandra Paulina Castillo Cárdenas

Universidad Da Vinci

M. en C. Irving Cardiel Alcocer Guillermo

Tecnológico Nacional de México / GAM

Editorial

En la vanguardia de la investigación científica, tecnológica e innovación, la Revista de Investigación Científica, Tecnológica e Innovación se enorgullece de presentar su más reciente edición: Vol. 2, No. Especial 1, correspondiente al periodo julio-diciembre de 2024. Este número especial no solo refleja el compromiso continuo de nuestra revista con la excelencia académica y la divulgación del conocimiento, sino que también marca un hito en nuestra travesía para iluminar los avances más recientes y significativos en el ámbito de la ciencia y la tecnología. A través de una cuidadosa selección y revisión, este número integra diez investigaciones que destacan por su innovación, relevancia y contribución al conocimiento científico y tecnológico. Estos artículos representan el espíritu de nuestra revista: impulsar el progreso tecnológico y fomentar un espacio para el diálogo científico.

Comenzamos con un estudio fundamental sobre la importancia de los procesos y procedimientos en las empresas. Alvarado Arreola y Martínez Cruz (2024) exploran cómo la correcta implementación de procesos y procedimientos puede optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia operativa. Los autores analizan detalladamente las diferencias entre procesos y procedimientos, así como sus beneficios en la administración de actividades empresariales, proporcionando una guía esencial para profesionales interesados en la gestión y mejora continua de procesos dentro de sus organizaciones. En un mundo cada vez más digitalizado, el analfabetismo en adultos mayores representa un desafío significativo. López-Cruz (2024) aborda las barreras que enfrentan los adultos mayores en su alfabetización, tanto en términos de lectura y escritura como en el uso de tecnologías digitales. El autor propone soluciones tecnológicas innovadoras para cerrar la brecha digital y mejorar la inclusión social de esta

población vulnerable, ofreciendo una lectura obligada para educadores y desarrolladores de políticas públicas interesados en la alfabetización y la inclusión digital.

La artritis es una enfermedad crónica que afecta a millones de personas en todo el mundo. Hernández-Cuadros et al. (2024) presentan un análisis exhaustivo de diversos métodos de diagnóstico, con un enfoque particular en la termografía como herramienta complementaria. Los autores comparan la eficacia de la termografía con otros métodos diagnósticos, destacando su potencial para detectar inflamaciones articulares de manera no invasiva, lo que resulta de gran interés para profesionales de la salud y la investigación médica. La detección de gases es crucial en diversas industrias, desde la seguridad hasta el control de calidad. García-Aranda y Ávila-Camacho (2024) describen el desarrollo de un prototipo de nariz electrónica capaz de detectar una amplia variedad de gases mediante el uso de sensores MQ. Los autores detallan el proceso de diseño y construcción del prototipo, así como sus aplicaciones potenciales en diferentes campos, constituyendo una valiosa contribución para ingenieros y científicos interesados en la tecnología de sensores y sus aplicaciones prácticas. En el ámbito de la optimización financiera, Cruz Campos y Alonso Hernández (2024) presentan un innovador sistema de factoraje automatizado implementado en la plataforma Odo. Su trabajo aborda la crucial necesidad de mejorar la liquidez y la gestión financiera de las empresas, especialmente las PYMEs. Los autores detallan cómo su sistema facilita la gestión de cuentas por cobrar y proporciona acceso rápido a financiamiento, demostrando una reducción significativa en los tiempos de cobro de facturas y una mejora sustancial en la estabilidad financiera de las empresas.

La calidad del aire y la generación de oxígeno son temas de creciente importancia en nuestro mundo cada vez más urbanizado. Iturburu-Saavedra et al. (2024) abordan esta problemática con un enfoque innovador, presentando el desarrollo de un sistema de purificación y generación de oxígeno portátil e inteligente que utiliza algas marinas. Su investigación no solo demuestra la eficacia de las algas en la absorción de CO₂ y la producción de oxígeno, sino que también integra tecnologías de IoT para el monitoreo y control en tiempo real. Este trabajo representa un avance significativo en la búsqueda de soluciones sostenibles para mejorar la calidad del aire en diversos entornos. Posteriormente, en el campo de la meteorología y el análisis de datos ambientales, Acosta Herrera y Meléndez Ramírez (2024) presentan la implementación de un sistema de medición meteorológica avanzado. Su trabajo integra una variedad de sensores de bajo costo con tecnologías de almacenamiento de datos locales y algoritmos de inteligencia artificial. Este sistema no solo mejora la precisión de las mediciones climáticas, sino que también proporciona una plataforma robusta para el análisis de datos en tiempo real, con aplicaciones potenciales en agricultura, aviación y gestión de desastres.

La gestión de cuentas en instituciones educativas es un desafío constante. Vázquez Delgado (2024) explora Microsoft Exchange Server como una solución eficaz para la creación y administración de cuentas en instituciones educativas. El artículo describe los beneficios y funciones de esta herramienta, su integración con aplicaciones web como Microsoft 365 y Azure Security, y su rol como centro de administración para las cuentas creadas mediante Exchange Server. Este trabajo es una lectura esencial para administradores de TI y profesionales de la educación interesados en mejorar la gestión de cuentas y la seguridad en sus instituciones. La manufactura aditiva ha revolucionado la manera en que se diseñan y fabrican productos. Gutiérrez Cedillo y Stein Carrillo (2024) presentan una revisión exhaustiva sobre el diseño y la impresión de prototipos y productos 3D, centrándose en su aplicación en la manufactura aditiva para el desarrollo tecnológico. Los autores discuten las metodologías empleadas en el diseño, los materiales utilizados, las tecnologías de impresión disponibles, y los desafíos y oportunidades que esta tecnología ofrece. Este artículo es una valiosa contribución para ingenieros y diseñadores interesados en la innovación y el desarrollo de productos mediante impresión 3D.

Finalmente, Luna-Calva y Meléndez Ramírez (2024) presentan un estudio sobre la implementación de redes neuronales artificiales (RNA) para clasificar niveles de PM2.5 en un sistema de alarma ambiental. Utilizando tecnología Arduino y sensores de bajo costo, los autores desarrollan un prototipo de alarma ambiental que clasifica los niveles de PM2.5 en bajo, regular y alto, alcanzando una precisión del 99.90%. Este trabajo es de gran relevancia para investigadores y profesionales interesados en la monitorización de la calidad del aire y la implementación de soluciones tecnológicas para la salud pública.

Estos diez artículos representan una muestra de la rica colección de investigaciones que conforman este número especial. Cada uno de estos trabajos refleja el compromiso de nuestra comunidad académica con la innovación y el avance del conocimiento, ofreciendo perspectivas frescas y soluciones creativas a desafíos contemporáneos.

Les invitamos a sumergirse en la lectura de estos trabajos y a reflexionar sobre sus implicaciones y aplicaciones en sus respectivas áreas de interés. Confiamos en que este número especial no solo ampliará sus conocimientos, sino que también inspirará nuevas ideas y colaboraciones en el vasto campo de la investigación científica y tecnológica.

Agradecemos a todos los autores y revisores por su dedicación y esfuerzo en la elaboración de estos artículos. Su contribución es fundamental para mantener el alto nivel de calidad y relevancia que caracteriza a nuestra revista. Esperamos que esta edición especial sea de su agrado y utilidad, y que sirva como catalizador para futuras investigaciones y desarrollos en sus respectivos campos..

Referencias

- Antonio, M., & Arreola, A. (2024). Importancia de los procesos y procedimientos dentro de las empresas. RICT Revista de Investigación Científica Tecnológica e Innovación, 2(Especial 1), 1–5.
- Calva, M. L. (2024). sistema de alarma ambiental . Implementation of artificial neural networks (ANN) to classify pm2 . 5 levels in an environmental alarm system. RICT Revista de Investigación Científica Tecnológica e Innovación, 2(Especial 1), 63–73.
- Cedillo, A. G., Manuel, J., & Carrillo, S. (2024). Diseño e Impresión de Prototipos y Productos 3D para el Desarrollo Tecnológico en Manufactura Aditiva. RICT Revista de Investigación Científica Tecnológica e Innovación, 2(Especial 1), 56–62.
- Delgado, V., & Enrique, L. (2024). Microsoft Exchange server una alternativa para crear y administrar cuentas de usuario en una institución educativa. RICT Revista de Investigación Científica Tecnológica e Innovación, 2(Especial 1), 74–80.
- García-Aranda, U. E., & Ávila-camacho, F. J. (2024). Prototipo de nariz electrónica para la detección de diferentes gases . Prototype of electronic nose for the detection of different gases . RICT Revista de Investigación Científica Tecnológica e Innovación, 1(Especial 1), 21–31.
- Gerardo, L., & Herrera, A. (2024). Implementación de un Sistema de Medición Meteorológica para el Análisis de Datos Implementation of a Meteorological Measurement System for Data Analysis . RICT Revista de Investigación Científica Tecnológica e Innovación, 2(Especial 1), 47–55.
- Hernández Cuadros, Víctor-Hugo, Ávila-camacho, Francisco Jacob, & Moreno Villalba, Leonardo Migue (2024). Análisis Comparativo de Métodos de Diagnóstico para la artritis : Evaluación de la termografía como

herramienta Complementaria. RICT Revista de Investigación Científica Tecnológica e Innovación, 2(Especial 1), 7–14.

Iturburu-saavedra, A. P., Ávila-camacho, F. J., & Miguel, L. (2024). Sistema de purificación y generación de oxígeno portátil e inteligente mediante el uso de algas marinas. RICT Revista de Investigación Científica Tecnológica e Innovación, 2(Especial 1), 32–39.

Iván, A. H. (2024). Optimización del flujo de factoring : estrategias para la empresa SOFOM intermediaria entre emisores y receptores de facturas Optimization of the factoring flow : strategies for the intermediary company SOFOM between issuers and receivers of invoices. RICT Revista de Investigación Científica Tecnológica e Innovación, 2(Especial 1), 40–46.

Morelos, E. De. (2024). Educación Digital para Todos : Superando Barreras en la Lucha contra el Analfabetismo en Adultos . Digital Education for All : Overcoming Barriers in the Fight against Adult Illiteracy . RICT Revista de Investigación Científica Tecnológica e Innovación, 2(Especial 1), 15–20.

Contenido

Artículos

Importancia de los procesos y procedimientos dentro de las empresas.

Marco Antonio, Alvarado Arreola, Estela Martínez Cruz 1

Análisis Comparativo de Métodos de Diagnóstico para la artritis: Evaluación de la termografía como herramienta Complementaria.

Víctor Hugo, Hernández Cuadros, Francisco Jacob, Ávila Camacho, Leonardo Miguel Moreno. 6

Educación Digital para Todos: Superando Barreras en la Lucha contra el Analfabetismo en Adultos.

Daniel López Cruz 15

Prototipo de nariz electrónica para la detección de diferentes gases.

Ulises Eduardo García-Aranda, Francisco Jacob, Ávila-Camacho 21

Sistema de purificación y generación de oxígeno portátil e inteligente mediante el uso de algas marinas.

Alejandro Palani Iturburu-Saavedra, Francisco Jacob, Ávila-Camacho, Leonardo Miguel, Moreno-Villalba 32

Optimización del flujo de factoring: estrategias para la empresa SOFOM intermediaria entre emisores y receptores de facturas.

Ulises Eduardo García-Aranda, Francisco Jacob, Ávila-Camacho 40

Implementación de un Sistema de Medición Meteorológica para el Análisis de Datos.

Luis Gerardo Acosta-Herrera, Adolfo Meléndez-Ramírez 47

Diseño e Impresión de Prototipos y Productos 3D para el Desarrollo Tecnológico en Manufactura Aditiva.

Alejandro Gutiérrez Cedillo, Juan Manuel Stein Carrillo 56

Implementación de redes neuronales artificiales (RNA) para clasificar niveles de pm2.5 en un sistema de alarma ambiental.

Mauricio Luna Calva, Adolfo Meléndez Ramírez 63

Microsoft Exchange server una alternativa para crear y administrar cuentas de usuario en una institución educativa.

Vázquez Delgado Luis Enrique 74

Importancia de los procesos y procedimientos dentro de las empresas.

Importance of processes and procedures in companies

Marco Antonio Alvarado Arreola ^{a,2}, M en C. Martínez Cruz Estela ^b

^{a, b} *División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, TESE - TecNM, Ecatepec de Morelos, Estado de México*

² *Fábrica de Jabón la Corona S.A de C.V, Estado de México, México*

Resumen

El presente artículo muestra la importancia de los procesos y procedimientos en cualquier empresa en donde se mantiene un proceso mecanizado y controlado, tomando en cuenta que las empresas toman con mucha importancia los procesos que a la postre se mantiene de la mano con los procedimientos, conocer como se utilizan dichos procesos dentro de las mismas y especificar cual es la función de la herramienta, se analizará a detalle las especificaciones de los tipos de procedimientos que se ocupan en el área administrativa específica, además se hace énfasis entre la diferencia entre un proceso y un procedimiento. Los beneficios que generan los procesos y los procedimientos dentro de las empresas, son lo que realmente toma en cuenta la empresa al momento de realizarlos ya que estos son una serie de pasos a seguir para realizar una actividad, así como el hecho de realizar diferentes actividades para realizar el proceso pretendido por la empresa de la mejor manera y de una manera concisa de manera escrita ya que el personal de la empresa puede aprender de diferente manera y es mas fácil para el mismo utilizarlo de esa manera.

Palabras clave: Proceso, procedimiento, área administrativa, proceso mecanizado.

Abstract

This article shows the importance of processes and procedures in any company where a mechanized and controlled process is maintained, taking into account that companies take with great importance the processes that ultimately is maintained hand in hand with the procedures, knowing how these processes are used within the same and specify what is the function of the tool, will be analyzed in detail the specifications of the types of procedures that are used in the specific administrative area, also emphasizes the difference between a process and a procedure. The benefits generated by the processes and procedures within the companies, are what the company really takes into account at the time of making them since these are a series of steps to follow to perform an activity, as well as the fact of performing different activities to perform the process intended by the company in the best way and in a concise written form since the company's staff can learn in different ways and it is easier for them to use it that way.

Keywords: Processes, procedures, administrative area, maintained.

El proceso especifica un conjunto de funciones dentro de la empresa para aprovechar al máximo los recursos existentes de manera correcta y eficaz, dando pie a emplear los procedimientos. Los procedimientos especifican y detallan un proceso, los cuales conforman un conjunto ordenado de operaciones y actividades secuenciales en relación con los responsables de la ejecución de la misma, las mismas que deben de cumplir con las políticas y normas establecidas por la empresa, surge como una herramienta que permite a las empresas de cualquier empresa alcanzar sus objetivos, se utiliza para gestionar de mejor manera todos los recursos

internos que posee que se incluyen desde el aspecto financiero y tecnológico hasta el capital humano. Se tiene que tener una comprensión de su funcionamiento y su aplicación ya que esto es crucial para cualquier profesional que aspire a roles de liderazgo o dirección general, ya que esto implica la capacidad de organizar, dirigir y controlar eficazmente los recursos para lograr resultados óptimos.

I. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en este artículo de investigación se realizó a partir de un estudio de caso con la principal finalidad de recopilar la información pertinente para

*Autor para la correspondencia: aaam201921709@tese.edu.mx

Correo electrónico: aaam201921709@tese.edu.mx (marco Antonio, Alvarado Arreola), emartinez@tese.edu.mx (Estela Martínez Cruz).

crear un objeto de estudio tomando como base para el desarrollo el método cualitativo el cual nos otorga respuestas a una amplia de preguntas propuestas. En esta metodología se toma como una herramienta fundamental donde nos ayuda a saber recopilar la información que en el caso de crear un procedimiento se tiene que investigar cuales son las actividades que se realizan durante los procesos, para realizar este tipo de procedimientos se tiene que seguir una serie de pasos, no estrictamente a seguir pero si recomendable, ya que se tiene que recopilar la información acerca de los procesos que se realizan dentro del área en cuestión , para así tener el conocimiento al completo, esto es de suma importancia entendiendo que un proceso es en su mayoría mecanizado, ya que estas actividades o pasos que se realizan en su mayoría no se modifican, teniendo ya los conocimientos y si es necesarios tener la información en papel, se tiene que empezar a realizar los procedimientos convenientes, estos son importantes dentro de la empresa ya que con los procedimientos de cada actividad con el cual se genera un manual de procedimientos que cada área tiene como un ejercicio de las atribuciones que se tienen encomendadas de acuerdo a lo establecido por la empresa en cuestión.

A. *¿Qué es un proceso?*

Un proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado (Mendoza, 2019). Se estudia la forma la cual se diseña, gestiona y mejora sus procesos (acciones) para apoyar a la política y estrategias de la empresa para satisfacer plenamente a sus clientes y otro grupo de interés.

- Características de los procesos.

Repetición: Las funciones del proceso administrativo se repiten constantemente de forma cíclica.

Flexibilidad: El plan puede cambiar y adaptarse si se necesitan aplicar mejoras o resolver situaciones.

Simultaneidad: Se pueden llevar a cabo distintos procesos a la vez.

Transversalidad: Es transversal porque sus procesos competen a distintas personas del organigrama de la empresa.

Jerarquía: Existe un orden jerárquico a la hora de ejecutar las funciones y se establece un plan para conseguir las metas marcadas por la organización.

- Beneficios de los procesos.

Permite que la empresa esté enfocada en el futuro y sus objetivos.

Facilita la toma de decisiones y la definición de las estrategias.

Define la jerarquía de la empresa y establece funciones para cada persona dentro de la organización, para un buen funcionamiento(Dialet, 2021).

Permite diseñar métodos y procedimientos a la hora de llevar a cabo cada una de las actividades de la empresa.

Evita que las funciones se dupliquen dentro de un departamento.

Mejora el ambiente entre colaboradores y directivos.

El trabajo fluye de forma constante.

Gracias al proceso administrativo es posible detectar problemas y establecer mejoras para corregir las desviaciones.

Es más fácil identificar los recursos necesarios para cada una de las actividades o tareas a desempeñar.

B. *¿Qué es un procedimiento y cuál es su estructura?*

Un procedimiento es una descripción detallada de cómo se debe de llevar a cabo un proceso. Estos podrán estar documentados, ya sea escrito en papel o de forma digital, o puede no estar escrito, pero conocerse por parte de todos los integrantes de un área. Siempre que existe un procedimiento existe un proceso detrás del mismo, podrá estar documentado o no pero siempre existirá una descripción detallada de cómo se lleva a cabo una actividad en una empresa. La siguiente estructura está tomada del libro “Organización de empresas” (Franklin ,2009).

TABLA I.
ESTRUCTURA DE UN PROCEDIMIENTO

Identificación	Se incluyen los datos de la empresa, logotipo, nombre, fecha, número de páginas y revisiones del manual
Índice	Presenta la relación de capítulos y apartados del documento
Introducción	Es una breve explicación del contenido total del procedimiento
Objetivo	Muestra que se quiere lograr con dicho documento.
Alcance	Son todos los requisitos a cumplir para lograr el objetivo.
Políticas	Son criterios que orientan y facilitan las operaciones.
Responsabilidades	Es el puesto o la unidad que tiene a su cargo la preparación y aplicación del procedimiento.
Procedimiento	Es la descripción detallada de las operaciones, se presentan por escrito y de una forma secuencial, describe en que consiste el procedimiento, como, cuando y donde se lleva a cabo.

C. Diferencia entre proceso y procedimiento.

TABLA II.
DIFERENCIA ENTRE PROCESO Y PROCEDIMIENTO

Proceso.	Cuestionamiento	Procedimiento
Es el momento en que decidimos realizar una serie de actividades	¿En qué momento se originaron?	En el momento en que decidimos cómo se llevarán a cabo las actividades
No está documentado.	¿Genera documentación?	Suele estar documentado.
No se detallan tareas específicas.	Detalle de las tareas a realizar.	Si se detallan las tareas específicas a realizar (cómo, quién, cuándo, etc.)
Gerencia-Alta dirección.	¿Quién los establece?	Gerencia- Alta dirección y propios trabajadores.
Gerencia-Alta dirección.	¿Quién los aprueba?	Gerencia- Alta dirección- Mandos intermedio.
Todos en la Empresa	¿Quién los debe cumplir?	Todos en la organización.
Largo tiempo en los procesos generales.	Permanencia en la empresa.	Puede ser corto tiempo si se modifica el cómo se lleva a cabo el

D. Propósito de los procedimientos.

Tiene como propósito integrar la documentación básica usada para la administración de las actividades, así como proporcionar formalidad a la empresa. Este diseñado como una herramienta administrativa, ya que permite orientar el desempeño del personal ante cualquier duda. Cabe mencionar que va de la mano con un proceso dejando en claro que la empresa debe de llevar a cabo dichas operaciones con la finalidad de producir un bien o servicio. Estas permiten transformar materia prima, insumos y/o conocimientos en la solución final que la empresa comercializa (Revista Universidad y Sociedad. 2017).

En la siguiente imagen se desprenderá que es importante considerar para la elaboración de procedimientos y para que esta sea una herramienta útil, si es necesaria su actualización si se redefinen las metas y objetivos, como así también si se adopta una nueva tecnología (MacGraw-Hill 1993).

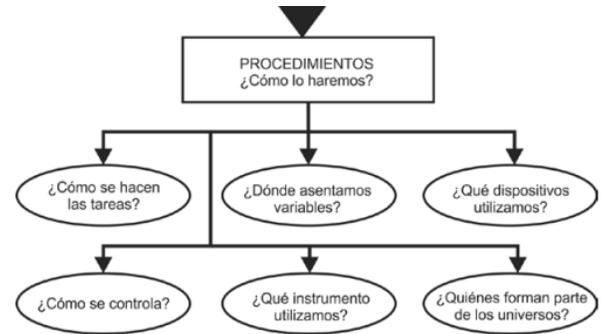


Fig. 1. Tipo de información contemplada en el manual de procedimientos

E. Funciones de los procedimientos.

Si nos ponemos a pensar en la toma de tiempo como medida de trabajo esta debe mejorar necesariamente, para comparar, deberemos tener una forma preestablecida para la realización de la tarea. Por ejemplo, si deseamos saber cuánto se tarda en llegar de un punto A al punto B, necesariamente debemos de definir el camino que nos lleva de A a B, dado que evidentemente habrá varios cambios posibles y si tomamos el tiempo entre distintos caminos no podremos obtener conclusiones para mejorar el camino actual. (La importancia del manual de funciones y procedimientos en la estructura de las empresas 2018). De lo comentado anteriormente se puede inferir que en la empresa un procedimiento cumple al menos dos funciones primarias.

- A) Establecer la forma en que debe realizarse una actividad acordada por la empresa
- B) Obtener un punto de partida para posibles mejores.

De estas funciones primarias se desprenden funciones secundarias como:

- a) Lograr que cualquier persona de la organización realice la tarea y la actividad de la misma manera (manera en que fue pensada en función de los objetivos organizacionales).
- b) Inducir a la calidad, ya que, tomando el concepto de calidad total, se deben definir los objetivos, decir cómo se llega a esos objetivos, escribir el cómo y cumplir sistemáticamente con lo escrito que, si fue bien pensado, debería llevar al logro de los objetivos.
- c) Hacer las actividades según un método, supuestamente, llevará a resultados muy similares cada vez que se realice la misma actividad.
- d) Registrar el método en forma escrita permitirá evaluar el procedimiento y realizar modificaciones en alguno de sus componentes si se considera necesario.

F. *Manuales de Procedimientos.*

Los manuales son aquellos documentos en los cuales se describen ciertas actividades, importantes, críticas o todas aquellas actividades que se consideran en una empresa (Procedimientos de una empresa 2005). Este manual representa la documentación de uno o varios procesos de un área.

Que se tenga un manual de procedimientos en una empresa puede servir para diferentes cuestiones como:

- Dividir las tareas de una organización. Se emplea para distribuir todas las tareas de una organización, ya sean administrativas, productivas, de logística o de otra índole.
- Indicar qué debe hacer cada persona y cada área. Indica las tareas de cada puesto de trabajo, de cada departamento o de la organización en general. Además, también determina cuál es la responsabilidad de cada persona según su rol o jerarquía.
- Unificar los procedimientos. Permite que todos los procesos similares se realicen de una única forma, y así se evitan dudas, errores y confusiones. Además, suele indicar cómo se deben solucionar los inconvenientes que puedan surgir.
- Evaluar, gestionar y mejorar el trabajo. Permite evaluar el desempeño de los trabajadores y de cada área, la calidad de aquello que se produce, la eficiencia, entre otros elementos, con el objetivo de realizar todos los cambios que sean necesarios (El manual de procedimientos, 2010).
- Implementar nuevos procedimientos de forma sencilla. Explica detalladamente todos los pasos de un procedimiento y, por lo tanto, es útil en las capacitaciones de los empleados.
- Mejorar la administración del tiempo. Permite que las actividades se puedan desarrollar sin la necesidad de consultar con un superior constantemente o de tener que perder tiempo para resolver situaciones complejas.
- Mejorar la administración de recursos. Sirve para que los recursos, tales como los materiales, se utilicen de la manera más eficiente posible. Además, de esta forma, se genera menos desperdicio y disminuyen los costos.
- Tomar mejores decisiones. Al explicar cómo son las actividades de una organización, facilita el análisis de los procesos para poder tomar mejores decisiones.
- Mejorar la comunicación. Sirve para explicar de forma sencilla y clara cómo se debe realizar una actividad y, así, reducir los errores de interpretación.

- Alcanzar objetivos. Cuando se plantean nuevos objetivos, es útil para organizar las etapas y las tareas que permitirán alcanzarlos.

Existen bastantes beneficios de documentar proceso y mantener un manual de procedimientos en una empresa.

1. Tener la posibilidad de dejar por escrito cómo deben ejecutarse los procesos críticos. Si tienes este manual y se lo entregas a los responsables de la ejecución de dichos procesos, el número de errores a la hora de realizar el trabajo seguro que es mucho menor al de una empresa que no tiene sus procesos documentados (Proceso administrativo, 2019).
2. Facilita la comunicación y la unificación de criterios cuando los procesos que estás documentando con dicho manual de procedimientos se ejecutan por varias personas diferentes en la empresa. La comunicación interna en una empresa es algo fundamental.
3. Se mejoran y optimizan los procesos ya que al redactarlos comienzas a plantearte el por qué se hacen las cosas de cierta manera cuando quizás se pueden hacer de otra más eficiente, con menos recursos.
4. Disminuyes los tiempos de formación/capacitación en la incorporación de nuevas personas a la empresa o la movilidad de trabajadores entre departamentos.
5. Eliminas la concentración de know-how de ciertos trabajadores. Tanto la información como el conocimiento es poder dentro de las empresas (Criterio 5, 2019).

G. *Diagramas de Flujo en procedimientos.*

Los diagramas de flujo o diagrama de procedimiento es la representación gráfica que muestra la secuencia de actividades y operaciones de un determinado procedimiento, simultáneamente indica claramente las áreas que intervienen en cada actividad descrita en el procedimiento (Procedimiento administrativo, 2001).

Las ventajas que encontramos en los diagramas de flujo es que es una manera más visual de describir el procedimiento, así como de una manera más sencilla y práctica que es más fácil de analizar y comprender el mismo.



Fig 2. Diagrama de Flujo

II. RESULTADOS

Actualmente el uso de los procesos y los procedimientos son de gran apoyo en las empresas. Son muy importantes porque definen las funciones con el fin de evitar la duplicidad de las actividades u omitir alguna de ellas, cumple con las necesidades del área así como a la simplicidad de los procedimientos para que el personal del área cualquiera que sea pueda realizar las actividades, también se tiene como prioridad que dé como resultado un control del área y un mayor entendimiento por parte del personal de cómo realizar las actividades con mayor simplicidad y mayor efectividad dentro del área como ayuda para el personal, así como definir específicamente las actividades que se tienen que realizar. Se espera que los resultados sean favorable, ya que como una de las ideas principales es que el beneficio de estos sea que si se llega a realizar un cambio en el personal, este mismo pueda tomar como referencia dichos procesos y procedimientos, para que se pueda tomar como una herramienta sumamente útil para capacitar al nuevo personal dentro del área, como también como apoyo al personal en caso de que se presenten algunas situaciones en específico o alguna actividad que no sea tan recurrente.

III. DISCUSION

Cada procedimiento que se realiza en la empresa tiene su función que es asignada por el área en la cual se realizan las actividades y a su vez donde se mantienen los procesos ya

estipulados los cuales son utilizados para mantener un control de las actividades que se realizan y se pueda tener documentados los mismos de forma ordenada y concisa.

IV. AGRADECIMIENTOS.

Agradezco profundamente a mi asesora académica por su dedicación y paciencia, sin sus correcciones y sus palabras de aliento no hubiese podido realizar y concluir este artículo de investigación en tiempo y forma.

A. REFERENCIAS.

- [1] Criterio 5 (2019). https://www.ujaen.es/servicios/archivo/sites/servicio_archivo/files/uploads/Calidad/Criterio5.pdf
 - [2]. Cómo crear un manual de procedimientos en una empresa (2015). www.iveconsultores.com
 - [3]. Dialnet. (2021)
 - De la gestión por procesos a la gestión integrada por procesos Procedimientos de muestreo.
 - [4]. El manual de Procedimientos (2010). <https://wac.colostate.edu/docs/books/encarrera/stagnaro.pdf>
 - [5] La importancia del manual de funciones y procedimientos en la estructura de las empresas (2018). <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/24281>
 - [6]. Mendoza, L. S. (2014) La importancia de la revisión continua en el procedimiento interno de las empresas de prestación de servicios para mejorar la productividad del área administrativa.
 - [7] Mejoramiento de los procesos de la empresa | México, D.F.; McGraw-Hill; 1993. s.p ilus. | LILACS
 - [8] Procedimientos de una empresa (2005). <https://www.euroinnova.mx/blog/que-son-los-procedimientos-de-una-empresa#completo>
 - [9] Proceso administrative (2019). <https://dimobaservicios.com/servicios/proceso-administrativo-que-es-caracteristicas-y-beneficios/>
 - [10]Procedimiento administrativo en general (2001) repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26559/PT-259.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 - [11]. Revista Universidad y Sociedad (2017).
- Los manuales de procedimientos como herramientas de control interno de una organización (sld.cu)

Análisis Comparativo de Métodos de Diagnóstico para la artritis: Evaluación de la termografía como herramienta Complementaria.

Comparative Analysis of Diagnostic Methods for Arthritis: Evaluation of Thermography as a Complementary Tool.

Víctor-Hugo Hernández-Cuadros ^a, Francisco-Jacob Ávila-Camacho ^{a,b,c}
Leonardo-Miguel Moreno-Villalba ^{a,b,d}

^a Centro de cooperación Académica Industria, TecNM-Tecnológico de Estudio Superiores de Ecatepec, 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México.

^b LAIT, Universidad Rosario Castellanos, 07969, Gustavo A. Madero, Ciudad de México, México.

^c División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, TecNM-Tecnológico de Estudio Superiores de Ecatepec, 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México.

^d División de Ingeniería en Informática, TecNM-Tecnológico de Estudio Superiores de Ecatepec, 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México.

Resumen

El presente artículo ofrece un análisis exhaustivo de diversos artículos científicos que evalúan la termografía como método complementario para el diagnóstico de la artritis. Se destaca la metodología utilizada en cada estudio, se describe en detalle la configuración de la cámara térmica utilizada, resaltando la resolución, sensibilidad térmica y calibración. Se proporciona información detallada sobre el protocolo seguido con los pacientes durante la captura de imágenes térmicas, incluyendo la posición y duración de la captura. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos en cada estudio, destacando la sensibilidad, especificidad y precisión de la termografía en el diagnóstico de la artritis, así como cualquier correlación encontrada con parámetros clínicos o de laboratorio. Este resumen ofrece una visión completa de la utilidad de la termografía en el diagnóstico de la artritis y sugiere posibles áreas de investigación futura.

Palabras Clave: Metodología; Configuración; Cámara térmica; resultados; protocolo.

Abstract

This article offers a comprehensive analysis of various scientific articles evaluating thermography as a complementary method for diagnosing arthritis. The methodology used in each study is highlighted. The configuration of the thermal camera used is described in detail, emphasizing resolution, thermal sensitivity, and calibration. Detailed information is provided on the protocol followed with patients during thermal image capture, including position and duration of capture. Finally, the results obtained in each study are presented, highlighting the sensitivity, specificity, and accuracy of thermography in diagnosing arthritis, as well as any correlations found with clinical or laboratory parameters. This summary provides a complete overview of the utility of thermography in diagnosing arthritis and suggests possible areas for future research.

Keywords: Methodology; Configuration; Thermal camera; Results; Protocol

1. Introducción

En los últimos años, la termografía ha surgido como una técnica prometedora para el diagnóstico de la artritis.[11] Esta

técnica no invasiva permite detectar y visualizar patrones de temperatura en las articulaciones, que pueden estar relacionados con procesos inflamatorios subyacentes.[15] La termografía ofrece la ventaja de ser rápida, segura y no generar molestias para el paciente, lo que la convierte en un

*Autor para la correspondencia: 201621262@tese.edu.mx

Correo electrónico: 201621262@tese.edu.mx (Víctor-Hugo Hernández-Cuadros), fjacobavila@tese.edu.mx (Dr. Francisco-Jacob Ávila-Camacho), leonardomv@tese.edu.mx (M. en I.S.C. Leonardo Miguel Moreno Villalba)

método atractivo para complementar los enfoques diagnósticos convencionales.[6]

La termografía es una herramienta económica, sensible y específica, aunque los estudios disponibles en artritis reumatoide son pocos y no se conoce su utilidad en esta patología. [12]

La termografía puede ser un sensor adecuado para la detección de inflamación articular en humanos y animales.[3] La dinámica incluye enfriamiento y recalentamiento, luego captura una serie de termogramas durante un tiempo, proporcionando información útil sobre el tejido. [1]

El presente proyecto tiene como objetivo evaluar la utilidad de la termografía en el diagnóstico de la artritis mediante un enfoque de análisis comparativo.[21] Seleccionaremos y examinaremos críticamente tres artículos científicos que abordan este tema, analizando la metodología utilizada, los resultados obtenidos y las implicaciones clínicas de los hallazgos. [10]

La detección temprana y precisa de la artritis reumatoide es fundamental para el manejo efectivo de esta enfermedad crónica y progresiva.[5] En los últimos años, la termografía infrarroja ha surgido como una herramienta prometedora para la evaluación de la artritis, ofreciendo una alternativa no invasiva y sin radiación a los métodos convencionales de diagnóstico.[18] Este enfoque se basa en la detección de cambios en la temperatura superficial de las articulaciones, que pueden reflejar la inflamación y la actividad de la enfermedad.[19]

Para comprender mejor el potencial de la termografía en el diagnóstico de la artritis, se han llevado a cabo varios estudios que exploran su eficacia y aplicabilidad en esta área.[2] En este contexto, este trabajo se centra en analizar y comparar tres proyectos de investigación que utilizan diferentes

configuraciones de cámaras termográficas y protocolos de captura de imágenes para evaluar la actividad de la artritis.[8]

Los proyectos seleccionados emplean cámaras de diferentes marcas y características técnicas, como la Flir E606x, la Flir One Pro y la Experto Térmico TE-Q1, cada una con sus propias especificaciones de resolución, sensibilidad térmica y rango de temperatura.[17] Además, los protocolos de captura de imágenes varían en términos de condiciones ambientales, posiciones de las manos y tiempo de espera, entre otros aspectos.[20]

Al comparar los resultados obtenidos de estos estudios, se busca identificar las fortalezas y limitaciones de cada enfoque, así como determinar su relevancia clínica y su potencial para la detección precoz y la monitorización de la artritis.[13] Esta revisión crítica de la literatura científica proporcionará una visión integral de la utilidad de la termografía infrarroja en el contexto del diagnóstico y manejo de la artritis reumatoide.[14]

2. Materiales y Método

Tabla 1. Documentos Comparados en este Artículo

Núm. De Documento	001	002	003
Tipo de Documento	Artículo Científico	Tesis	Artículo Científico
Nombre	Sensor de termografía infrarroja para la detección de la actividad de enfermedades en pacientes con artritis reumatoide	Correlación entre termografía y ultrasonido articular en la determinación de actividad de la artritis reumatoide	Uso de la termografía infrarroja en el diagnóstico médico, la detección y el seguimiento de enfermedades: una revisión del alcance
Autores	<ul style="list-style-type: none"> Jolanta Pauk, Agnieszka Wasilewska, Mijaíl Ilnatouski 	<ul style="list-style-type: none"> Eduardo Saúl Acevedo Castañeda 	<ul style="list-style-type: none"> Dorothea Kesztyüs Sabrina Brucher, Carolina Wilson Tibor Kesztyüs
Lugar de la investigación	Bialystok, Polonia. Grodno, Bielorrusia.	San Luis Potosí, México.	Göttingen, Alemania. Berlín, Alemania.

Lugar de desarrollo de la investigación	<ul style="list-style-type: none"> Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Automática y Robótica, Universidad Tecnológica de Bialystok, Departamento de Investigación y Científica, Universidad Estatal Yanka Kupala de Grodno 	<ul style="list-style-type: none"> Universidad Autónoma de San Luis Potosí Hospital Central “Ignacio Morones Prieto” 	<ul style="list-style-type: none"> Centro de integración de datos médicos, Departamento de Informática Médica, Centro Médico Universitario, Universidad Georg-August de Göttingen Instituto de Educación a Distancia, Universidad Técnica de Ciencias Aplicadas
Fecha de publicación	Agosto 2019	Febrero 2019	Diciembre 2023

2.2. Metodología Análisis Comparativo

El trabajo de Mendoza Fillola proporciona una estructura o un marco para llevar a cabo análisis comparativos de manera sistemática y rigurosa. Esto podría incluir pasos específicos para la selección de casos, la recopilación de datos, el análisis y la interpretación de los resultados.[4]

La metodología comparada puede ser útil para entender cómo diferentes variables afectan un fenómeno o problema en diferentes contextos, y para generar conclusiones más sólidas y generalizables.[16] Además, puede ayudar a identificar mejores prácticas, lecciones aprendidas y áreas para futuras investigaciones o intervenciones.[7]

2.3. Selección de Casos Relevantes

Inicialmente, se buscaron alrededor de 10 artículos científicos que abordaran el tema de la detección de artritis mediante imágenes termográficas. Estos artículos provienen de revistas médicas, bases de datos académicas y otros recursos relevantes.

Se establecieron criterios claros para seleccionar los casos más adecuados para la comparación. Estos criterios podrían incluir la configuración utilizada en la cámara, la relevancia de los resultados, la representatividad de la población de estudio y los protocolos utilizados.

Los artículos utilizados en este estudio se enumeran en la Tabla 1. Estos artículos fueron seleccionados después de una búsqueda exhaustiva en la literatura científica y se consideraron los más relevantes para el tema de investigación.

2.4. Recopilación de datos

En el primer proyecto, se emplea la cámara Flir E606x, que cuenta con un rango de longitud de onda de 8 a 12 μm y un detector de microbolómetro no refrigerado. Esta cámara ofrece una resolución térmica de 320 x 240 píxeles y una sensibilidad térmica de menos de 2k, permitiendo una detección precisa en un rango de temperatura de -20 a 120 °C. Además, presenta un enfoque fijo a una distancia de 20 cm y

es fabricada por Teledyne FLIR LLC en Wilsonville, Oregón, EE. UU.

Descripción del protocolo para capturar las fotos

- Temperatura aire y ambiente 23C°
- Al paciente se le pidió no beber alcohol, café, bebidas con cafeína durante 24 horas previas al examen
- Horario específico del examen de 1:00 pm a 2:00 pm
- El examen incluyo los dedos de ambas manos desde el plano dorsal compuesto por el pulgar, índice, medio, anular , meñique.
- Distancia 1m
- Se realizaron 3 etapas:
- Temperatura ambiente, Enfriamiento(5s), Recalentado(180s).

El objetivo del artículo es identificar en que etapa se encuentra la Artritis (Alta, Moderada, Sana)

En el segundo proyecto, se utiliza la cámara Flir One Pro, que posee un rango de longitud de onda de 8 a 14 μm y un detector de microbolómetro no refrigerado. Con una resolución térmica de 160 x 120 píxeles y una sensibilidad térmica de 70 mk, esta cámara es capaz de detectar temperaturas en un rango de -20°C a 400°C. Su enfoque es fijo, con una distancia mínima de 15 cm y es producida por Teledyne FLIR LLC en Wilsonville, Oregón, EE. UU.

Descripción del protocolo para capturar las fotos

- Tiempo de espera en la habitación 15 minutos
- Temperatura ambiente 18C°
- Se fotografían ambas manos juntas

- Distancia 50 cm
- Utilización del protocolo de Helsinki y Código de Nuremberg
- Posiciones Posterior(Palma hacia abajo)
Anterior(Palma hacia arriba)

En el tercer proyecto se ha adoptado la cámara Experto Térmico TE-Q1, fabricada por i3system, Inc. en Daejeon, República de Corea. Esta cámara opera en un rango de longitud de onda de 8 a 14 μm y emplea un detector de microbolómetro no refrigerado. Ofrece una resolución térmica de 384 x 288 píxeles y una sensibilidad térmica de menos de 50 mk, permitiendo detectar temperaturas en un rango de -10°C a 150°C . Su enfoque es ajustable, con una distancia mínima de enfoque de 20 cm hasta infinito, y cuenta con corrección de no uniformidad mediante el manual de uso de la tapa del objetivo.

Descripción del protocolo para capturar las fotos

- Se conectaron cámaras térmicas a un teléfono inteligente y se desarrolló una aplicación móvil personalizada para adquirir las imágenes térmicas sin procesar (es decir, la intensidad de las ondas infrarrojas). La termografía se realizó en las visitas ambulatorias antes de la ecografía y el examen físico y sin proceso de aclimatación ni temperatura ambiente controlada para reproducir las condiciones del mundo real. Las imágenes dorsales de ambas manos se registraron con los dedos separados. No se requirió una distancia fija entre la cámara y la mano, aunque se le indicó al investigador que encuadrara y enfocara la imagen

2.5. Análisis Comparativo

Se realizó un análisis comparativo exhaustivo de la configuración de las cámaras termográficas utilizadas en tres artículos científicos centrados en la detección de artritis mediante imágenes termográficas.

La configuración de la cámara térmica desempeña un papel crucial en la calidad y precisión de las imágenes obtenidas, aspectos fundamentales para el diagnóstico efectivo de la artritis. Se examinaron minuciosamente las características técnicas de cada cámara, incluida su resolución, sensibilidad térmica y calibración, con el objetivo de identificar posibles variaciones entre los estudios.

Tabla 2. Especificaciones Cámaras Termográficas

Especificaciones Cámara	001	002	003
Nombre de la cámara	Flir E606x	Flir One Pro	Experto Térmico TE-Q1
Banda longitud de onda	8 a 12 μm	8 a 14 μm	8 a 14 μm
Tipo de detector	Microbolómetro refrigerado	no Microbolómetro refrigerado	no Microbolómetro refrigerado
Resolución térmica	320 x 240 píxeles	160 x 120 píxeles	384 x 288 píxeles
Sensibilidad térmica	<2k	70 mk	< 50 mk
Rango de temperatura de la escena	-20 a 120 $^{\circ}\text{C}$	-20 $^{\circ}\text{C}$ a 400 $^{\circ}\text{C}$	-10 $^{\circ}\text{C}$ a 150 $^{\circ}\text{C}$
Corrección de no uniformidad	No específica	Integrado con persiana	Manual de uso de la tapa del objetivo
Enfoque	20 cm	Fijo 15 cm — Infinito	Ajustable de 20 cm a infinito (lente de 6,8 mm)
Fabricante	Teledyne FLIR LLC Wilsonville, OR, EE, UU.	Teledyne FLIR LLC Wilsonville, Oregon, EE, UU.	i3system, Inc. (Daejeon, República de Corea)

2.6. Protocolos

En el protocolo del art́culo 1, se establecieron las siguientes pautas para la realizaci3n del examen termogŕfico:

- Se mantuvo una temperatura ambiente constante de 23°C durante el procedimiento.
- Se indic3 a los pacientes abstenerse de consumir alcohol, caf3 y otras bebidas con caf3ina durante al menos 24 horas antes del examen.
- El examen se llev3 a cabo en un horario espećfico, de 1:00 pm a 2:00 pm, para minimizar las variaciones en la temperatura corporal debido a los ciclos circadianos.
- La captura de imágenes termogŕficas incluy3 los dedos de ambas manos, desde el plano dorsal, abarcando el pulgar, ́ndice, medio, anular y meñique.
- Se mantuvo una distancia constante de 1 metro entre la ćmara termogŕfica y las manos del paciente durante la captura de imágenes.
- El examen se dividi3 en tres etapas: medici3n de la temperatura ambiente, enfriamiento de las manos (durante 5 segundos) y recalentamiento (durante 180 segundos) para evaluar las respuestas termogŕficas de los dedos bajo diferentes condiciones.

En el protocolo del art́culo 2, se establecieron las siguientes pautas para la realizaci3n del examen termogŕfico:

- Se program3 un tiempo de espera de 15 minutos en la habitaci3n antes de comenzar el examen para permitir que los pacientes se aclimataran al entorno.
- La temperatura ambiente se mantuvo constante a 18°C durante todo el procedimiento para minimizar las fluctuaciones t3rmicas que podrían afectar las imágenes termogŕficas.
- Se capturaron imágenes de ambas manos simultáneamente, en lugar de capturarlas por separado, con el fin de facilitar la comparaci3n de la temperatura entre ambas manos.
- Se mantuvo una distancia constante de 50 cm entre la ćmara termogŕfica y las manos del paciente durante la captura de imágenes, lo que garantiz3 una buena resoluci3n y detalle en las imágenes obtenidas.
- Se sigui3 el protocolo 3tico establecido por la Declaraci3n de Helsinki y el C3digo de N3remberg para garantizar la protecci3n de los derechos y el bienestar de los participantes en la investigaci3n.

- Se fotografiaron las manos en dos posiciones diferentes: posterior (con la palma hacia abajo) y anterior (con la palma hacia arriba), lo que permiti3 una evaluaci3n completa de las característicás termogŕficas de las manos en diferentes orientaciones anatómicas.

En el protocolo del art́culo 3, se implementaron los siguientes procedimientos para la realizaci3n de la termografía:

- Se conectaron ćmaras t3rmicas a un tel3fono inteligente, y se desarroll3 una aplicaci3n m3vil personalizada para adquirir las imágenes t3rmicas sin procesar, es decir, la intensidad de las ondas infrarrojas.
- La termografía se llev3 a cabo en las visitas ambulatorias antes de la ecografía y el examen f́sico, sin proceso de aclimataci3n ni control de temperatura ambiente, con el fin de reproducir las condiciones del mundo real.
- Se registraron imágenes dorsales de ambas manos con los dedos separados, lo que permiti3 una evaluaci3n detallada de la temperatura en toda la superficie dorsal de las manos.
- Aunque no se requiri3 una distancia fija entre la ćmara y la mano, se instruy3 al investigador para que encuadrara y enfocara la imagen correctamente, garantizando una captura adecuada de las imágenes termogŕficas.
- Este enfoque de termografía sin procesar, realizado en condiciones del mundo real y con la flexibilidad de la distancia de captura, proporciona una perspectiva 3nica y relevante para la aplicaci3n clínica de la termografía en el diagn3stico y seguimiento de la artritis.

3. Resultados

3.2. Resultados del Art́culo 1

En el art́culo 1, se llevaron a cabo tres etapas de evaluaci3n para determinar la actividad de la artritis en los pacientes. Estas etapas incluyeron tomas termogŕficas durante el proceso de enfriamiento y recalentamiento de los tejidos de los dedos. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Durante la etapa de enfriamiento, se observ3 que los tejidos de los dedos de los pacientes con actividad moderada de la enfermedad se enfriaron ḿs intensamente en comparaci3n con aquellos con actividad alta. Espećficamente:

- La temperatura para detectar la actividad alta de la artritis osciló entre 6.2°C y 8.3°C.
- Para los pacientes con actividad moderada, esta temperatura se situó entre 6.3°C y 8.9°C.
- Por otro lado, los pacientes sanos mostraron temperaturas de 6.1°C a 8.1°C para determinar la ausencia de artritis.
- Durante el proceso de recalentamiento, la temperatura promedio de los dedos de los pacientes con artritis, tanto de actividad alta como moderada, osciló entre 31.1°C y 32.3°C

Estos hallazgos sugieren que la termografía puede ser una herramienta útil para diferenciar entre pacientes con diferentes niveles de actividad de la artritis, proporcionando información valiosa para el diagnóstico y la gestión de esta enfermedad.

ENFRIAMIENTO

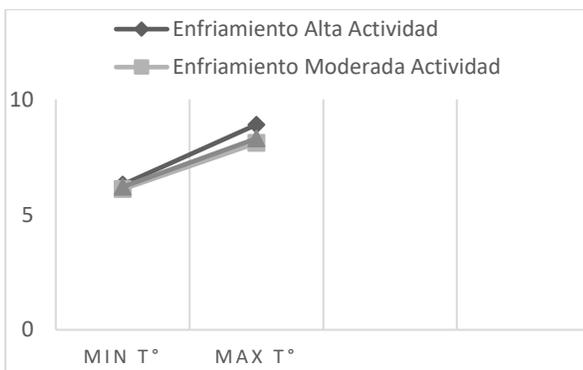


Figura 1: Rango del proceso de Enfriamiento

RECALENTAMIENTO

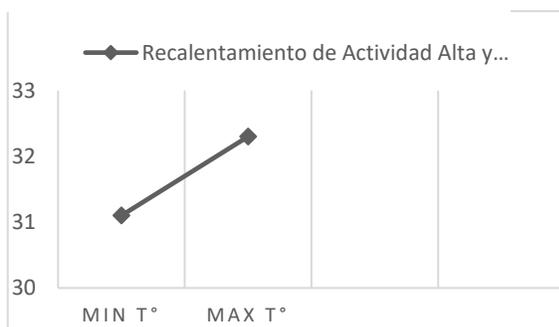


Figura 2: Rango del proceso de Recalentamiento

3.3. Resultados del Artículo 2

En el artículo 2, se informa que la termografía fue capaz de mostrar resultados con una precisión del 91.1% en una muestra de 38 pacientes mujeres, con un promedio de edad de

47.7 años. Este alto nivel de precisión sugiere que la termografía es una herramienta efectiva para la detección y evaluación de la artritis en esta población específica. Estos resultados respaldan la utilidad de la termografía como una técnica de diagnóstico no invasiva y potencialmente precisa para la artritis, lo que puede ser de gran beneficio en la práctica clínica para mejorar la detección temprana y el manejo de esta enfermedad.

3.4. Resultados del Artículo 3

En el artículo 3, se reporta que la termografía mostró resultados exitosos en el 71% de los casos, utilizando una cámara FLIR One Pro bajo las condiciones descritas anteriormente. Este hallazgo indica una tasa significativa de éxito en la adquisición y visualización de imágenes termográficas de las manos en este estudio. El uso de la cámara FLIR One Pro parece ser efectivo para esta aplicación, lo que sugiere su utilidad en la detección y evaluación de la artritis. Estos resultados respaldan la viabilidad y eficacia de la termografía como una herramienta diagnóstica en entornos clínicos, especialmente cuando se utiliza el dispositivo adecuado y se siguen procedimientos estandarizados.

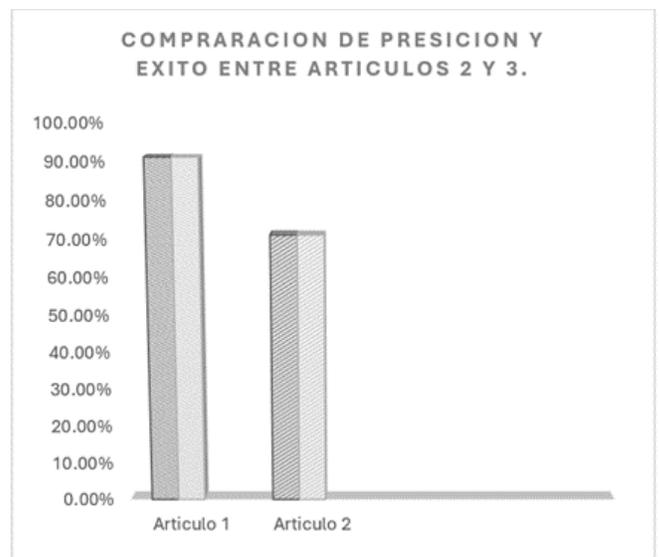


Figura 3: Comparación de resultado entre art. 1 y art. 2

4. Discusión

Los tres artículos proporcionan una visión integral sobre el uso de la termografía en el diagnóstico de la artritis, cada uno con enfoques y metodologías diferentes. A continuación, se discuten los resultados de los tres artículos en conjunto:

Artículo 1: Este estudio enfatizó la importancia de la temperatura de los dedos como un indicador potencial de actividad artrítica. Los resultados mostraron que la termografía puede distinguir entre diferentes niveles de actividad de la enfermedad, con temperaturas más altas observadas en pacientes con artritis, especialmente durante el proceso de recalentamiento. Estos hallazgos resaltan el valor de la termografía como una herramienta de diagnóstico

sensible para la artritis, capaz de detectar cambios sutiles en la temperatura de los tejidos.

Artículo 2: La precisión de la termografía fue destacada en este estudio, con una tasa de éxito del 91.1% en la detección de la artritis en una muestra de pacientes mujeres. Estos resultados respaldan la eficacia de la termografía como una técnica no invasiva y precisa para el diagnóstico de la artritis, especialmente en poblaciones específicas. Además, el estudio proporcionó información sobre la edad promedio de los pacientes evaluados, lo que puede ser relevante para la aplicación clínica de la termografía en diferentes grupos de edad.

Artículo 3: A pesar de las condiciones del mundo real en las que se llevó a cabo el estudio, se encontró que la termografía mostró resultados exitosos en el 71% de los casos, utilizando una cámara FLIR One Pro. Aunque este porcentaje puede parecer más bajo en comparación con los otros dos estudios, es importante considerar el contexto y las limitaciones del estudio. Estos resultados sugieren que la termografía sigue siendo una herramienta prometedora para la evaluación de la artritis, incluso en condiciones menos controladas.

En conjunto, los resultados de los tres artículos respaldan el uso de la termografía como una herramienta valiosa en el diagnóstico y seguimiento de la artritis. Sin embargo, es importante tener en cuenta las diferencias en las metodologías y poblaciones estudiadas, así como las limitaciones específicas de cada estudio. Se requieren más investigaciones para validar y ampliar estos hallazgos, así como para explorar el potencial de la termografía en otros aspectos del manejo de la artritis, como la monitorización del tratamiento y la predicción de la progresión de la enfermedad.

5. Conclusiones

Los estudios analizados destacan el papel prometedor de la termografía en el diagnóstico y seguimiento de la artritis. A través de diferentes enfoques metodológicos, se ha demostrado la capacidad de la termografía para detectar cambios en la temperatura de los tejidos, que pueden estar asociados con la actividad artrítica. Los resultados sugieren que la termografía puede ser una herramienta sensible y precisa para diferenciar entre diferentes niveles de actividad de la enfermedad, así como para la detección temprana en poblaciones específicas.

A pesar de las diferencias en los procedimientos y resultados entre los estudios, todos respaldan la utilidad de la termografía como una técnica no invasiva y accesible para el diagnóstico de la artritis. Sin embargo, se requiere una mayor investigación para validar y ampliar estos hallazgos, así como para abordar las limitaciones específicas de cada estudio, como la falta de estandarización en los protocolos de captura de imágenes y las variaciones en los dispositivos utilizados.

En resumen, la termografía muestra un gran potencial como herramienta complementaria en la evaluación de la artritis, ofreciendo una alternativa no invasiva y sensible para detectar cambios en la temperatura de los tejidos. Con una mayor investigación y desarrollo, la termografía podría

convertirse en una herramienta invaluable en la práctica clínica para mejorar el diagnóstico, seguimiento y tratamiento de la artritis y otras enfermedades reumáticas.

6. Referencias

- [1] Aletaha, D., et al. (2010). Criterios de clasificación de la artritis reumatoide: una iniciativa de colaboración del Colegio Americano de Reumatología y la Liga Europea contra el Reumatismo. *ARTRITIS Reumática*. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20872595/>
- [2] Arnett, F. C., et al. (1988). La Asociación Americana de Reumatismo revisó en 1987 los criterios para la clasificación de la artritis reumatoide. *Arthritis Rheum*, 31, 315-324. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3358796/>
- [3] Bartlett, R. G., Van Tran, Q., Larose, D. T., & Boutin, R. D. (2018). Imágenes termográficas de manos y muñecas de pacientes con artritis reumatoide. *Termología Internacional*, 28(2), 52-57.
- [4] Brioschi, M., Giancane, G., Conti, G., & Sconfienza, L. M. (2017). Rol de la imagenología en las enfermedades reumáticas pediátricas. *Informes Actuales de Reumatología*, 19(8), 47.
- [5] García-Isaac, A., Benito, C., Camacho, P., Vila, J., & González, P. (2019). Aplicaciones de la termografía infrarroja en la valoración de las enfermedades reumatológicas: una revisión narrativa. *Reumatología Clínica*, 15(3), 168-174.
- [6] Hardy, J. D. (1934). La radiación de calor del cuerpo humano. *Revista de investigación clínica*, 13, 593-620 y 817-883. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16694247/>
- [7] Jones, B., et al. (2018). Porros calientes: ¿mito o realidad? Una evaluación termográfica de las articulaciones de pacientes con artritis inflamatoria. *Clínica Reumatológica*. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29679167/>
- [8] Lahiri, B. B., Bagavathiappan, S., Jayakumar, T., & Philip, J. (2012). Aplicaciones médicas de la termografía infrarroja: una revisión. *Física y tecnología de infrarrojos*. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32288544/>
- [9] Marder, W., Varisco, P. A., Kuban, J., Weaver, A. L., & Gabriel, S. E. (2013). La Evaluación de la Enfermedad Articular en la Artritis Reumatoide. En: *Artritis Reumatoide (1ra ed., pp. 115-140)*. Springer.
- [10] Morales-Ivorra, I., Narváez, J., Gómez-Vaquero, C., Moragues, C., Nolla, J. M., Narváez, J. A., & Marín-López, M. A. (2022). Assessment of inflammation in patients with rheumatoid arthritis using thermography and machine learning: a fast and automated technique. *RMD Open*, 8(2), e002458. <https://doi.org/10.1136/rmdopen-2022-002458>
- [11] Pauk, J., Wasilewska, A., & Ihnatouski, M. (2019). Infrared Thermography Sensor for disease activity detection in rheumatoid arthritis patients. *Sensors*, 19(16), 3444. <https://doi.org/10.3390/s19163444>
- [12] Ring, E. F., & Ammer, K. (2012). Imagen térmica infrarroja en medicina. *Medición Fisiológica*, 33(3), R33. Ring, E. F., & Ammer, K. (2012). Imágenes térmicas infrarrojas en medicina. *Medición Fisiológica*, 33(3), R33.
- [13] Rodríguez A, Ada N, & Bastidas, Roger. (2012). Análisis comparativo: Una propuesta didáctica. *Letras*, 54(87), 66-97. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0459-12832012000200004&lng=es&tlng=es
- [14] Ring, E. F., & Ammer, K. (2014). La técnica de la imagen infrarroja en medicina. En: *El Manual de Imagen Infrarroja Médica (1ra ed., pp. 1-27)*. Instituto de Publicaciones de Física.
- [15] Raza, K., Buckley, C. E., Salmon, M., & Buckley, C. D. (2006). Tratamiento de la artritis reumatoide muy temprana. *Mejores prácticas en Reumatología Clínica y Experimental*. Recuperado de

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3145120/>
- [16] Van der Heijde, D. M., et al. (1992). Evaluaciones radiogŕficas semestrales de manos y pies en un seguimiento prospectivo de tres ańos de pacientes con artritis reumatoide temprana. *Arthritis Rheum*, 35, 26-34. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1731813/>
- [17] Van der Heijde, D. M. (1995). Erosiones articulares y pacientes con artritis reumatoide temprana. *H. J. Rheumatol*, 34, 74-78. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8535653/>
- [20] Garća-Isaac, A., Benito, C., Camacho, P., Vila, J., & Gonźlez, P. (2019). Aplicaciones de la termograf́a infrarroja en la valoraci3n de las enfermedades reumatol3gicas: una revisi3n narrativa. *Reumatoloǵa Cĺnica*, 15(3), 168-174.
- [21] Asociaci3n M3dica Mundial. (2013). Declaraci3n de Helsinki de la Asociaci3n M3dica Mundial: principios 3ticos para la investigaci3n
- [18] Lahiri, B. B., Bagavathiappan, S., Jayakumar, T., & Philip, J. (2012). Aplicaciones m3dicas de la termograf́a infrarroja: una revisi3n. *F́sica y tecnoloǵa de infrarrojos*. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32288544/>
- [19] Jones, B., et al. (2018). Porros calientes: ¿mito o realidad? Una evaluaci3n termogŕfica de las articulaciones de pacientes con artritis inflamatoria. *Cĺnica Reumatol3gica*. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29679167/>
- m3dica en seres humanos. *JAMA*. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24141714/>

Educación Digital para Todos: Superando Barreras en la Lucha contra el Analfabetismo en Adultos.

Digital Education for All: Overcoming Barriers in the Fight against Adult Illiteracy.

Daniel, López-Cruz 

a Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México

Resumen

Uno de los problemas sociales que se encuentra en nuestro México es el analfabetismo, y de una manera más remarcada, en adultos que ya se encuentran en la vejez que tienen que, a pesar de que trabajaron toda su vida, enfrentar su vejez con el analfabetismo. Existen muchas causas, posiblemente económicas, sociales que hayan llevado al adulto sin educación básica o al menos, aprender a leer y escribir. Y aun con este problema, ahora se enfrentan a una era digital donde el uso de las tecnologías es muy marcado y ya es parte de nuestras vidas. La brecha digital es más presente ya que, por su condición, ya sea por marginación, pobreza o abandono, son excluidos de una participación más activa en la sociedad. Vamos a describir estos problemas y mostrar algunas propuestas para generar soluciones tecnológicas que puedan ayudar a acerca a esta población con la tecnología, y por qué no, a ayudar con su alfabetización en su forma escrita y la alfabetización digital tan necesaria en nuestros días.

Palabras clave: analfabetismo, analfabetismo digital, brecha digital, TICs

Abstract

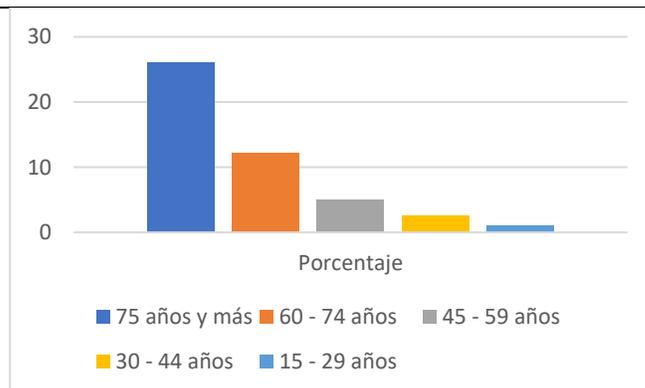
One of the social problems found in our Mexico is illiteracy, and in a more notable way, in adults who are already in their old age who, despite having worked all their lives, have to face their old age with illiteracy. There are many causes, possibly economic and social, that have led to adults without basic education or at least learning to read and write. And even with this problem, we now face a digital age where the use of technologies is very marked and is already part of our lives. The digital divide is more present since, due to their condition, whether due to marginalization, poverty, or abandonment, they are excluded from a more active participation in society. We are going to describe these problems and show some proposals to generate technological solutions that can help bring this population closer to technology, and why not, to help with their literacy in its written form and the digital literacy so necessary today.

Keywords: illiteracy, digital illiteracy, digital divide, ICTs

1. Introducción

El analfabetismo es uno de los problemas sociales que aún persisten en nuestro país y que existe hasta nuestros días.

Según el INEGI, menciona que “aunque en el país la educación básica (preescolar, primaria y secundaria) cada vez llega a más lugares, muchos jóvenes, por diversas razones, no asisten a la escuela y, por lo tanto, algunos de ellos no saben leer ni escribir” (INEGI, Cuéntame más, 2020).



*Autor para la correspondencia: 201621262@tese.edu.mx

Correo electrónico: 201522277@tese.edu.mx (Daniel López-Cruz)

Historial del manuscrito: recibido el 10/01/2024, última versión-revisada recibida el 04/06/2024, aceptado el 13/06/2024, publicado el 19/7/2024.

Figura 1. Porcentaje de personas analfabetas de acuerdo con la edad. Datos obtenidos por INEGI 2020.

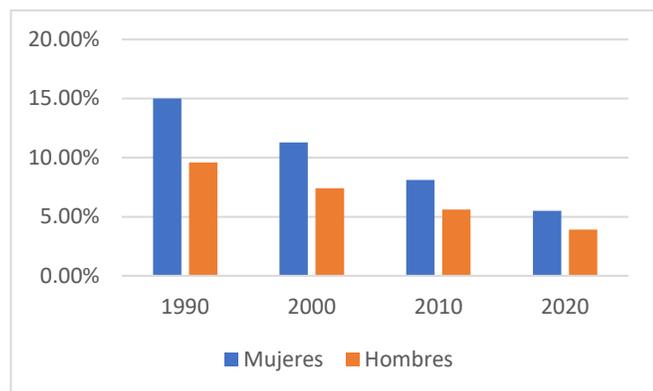


Figura 2. Disminución del analfabetismo a lo largo de las décadas. Datos obtenidos por INEGI 2020.

Sumado a las personas que se consideran analfabetas absolutas, debemos agregar a los llamados analfabetas funcionales (personas que, cuando mucho, lograron acreditar hasta el segundo año de la educación primaria). La educación es un derecho humano fundamental que puede disminuir las condiciones de marginación y aislamiento de los individuos en su medio social (Narro Robles & Moctezuma Navarro David, 2012).

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y el Trabajo (UNESCO) la educación es un derecho fundamental que permite sacar a los hombres y a las mujeres de la pobreza, superar las desigualdades y garantizar un desarrollo sostenible. La educación es una de las herramientas más potentes para sacar de la pobreza a los niños y adultos marginados, así como un catalizador para garantizar otros derechos fundamentales (UNESCO, 2019).

Este problema se extiende de muchas maneras para esta población, les impide involucrarse de manera más activa en decisiones en comunidad, al no poder desplazarse dentro de la misma ciudad donde viven, al tomar decisiones que pueden afectar directamente con su estilo de vida o el curso de este, entre otras muchas más que no podemos percibir a simple vista.

Las personas más afectadas con esta condición son los adultos que superan los 30 años, de estos, gran parte se concentra en personas mayores de 60 años y más; y continuando con el género de las personas, las mujeres son quienes sufren más de esta desigualdad de oportunidades para aprender a leer y escribir.

Debemos tener en cuenta que las personas analfabetas son ciudadanos, con derechos y necesidades, con capacidades y saberes; por lo que es necesario recordar que las personas que no saben leer ni escribir existen y son ciudadanos con derechos plenos (Trujillo & García, 2018).

Podemos encontrar a esta población en lugares con extrema pobreza y marginación. Estas personas se ven limitados por su condición, limitando sus oportunidades exigidas por el mercado laboral con respecto a las personas que tienen estudios profesionales (Santisteban Espejo, 2021).

Es de importancia conocer las implicaciones que tiene esta condición ya que las marca y son tratados con desigualdad. A pesar de conocer los problemas que atrae el no saber leer y escribir, debemos agregar el analfabetismo digital.

Desconocer las tecnologías actuales genera problemas, incluso para hacer tramites tan sencillos es necesario hacer uso de estos dispositivos móviles con acceso a internet. En este mundo globalizado las noticias viajan a la velocidad de un clic por todo internet.

En este artículo pretendemos hablar acerca de la necesidad de una herramienta digital que acerque a los adultos con la tecnología, y así, disminuir la brecha tecnológica que aleja a nuestros adultos de la actualidad, y de forma paralela, ayudarlos con su alfabetización.

Existen varias herramientas para aprender idiomas, como lo son aplicaciones móviles, que están destinadas mayormente a niños menores de 12 años. Estas aplicaciones pueden usarse por adultos, pero no es su fin, además que los adultos no tienen esa agilidad para adaptarse a las nuevas tecnologías emergentes en la actualidad.

Conocimos algunos datos acerca de la definición y la población mexicana con analfabetismo, adelante hablaremos acerca de la brecha digital que viven las personas adultas sin acceso a las nuevas tecnologías.

1.2. Analfabetismo digital y el adulto mayor.

El uso de las tecnologías ha crecido a pasos agigantados. Hasta hace pocos años el acceso a internet estaba al alcance a un grupo limitado de personas o grupos sociales con posibilidades de pagar por estos servicios.

Hacia el año 2013, se garantiza el acceso a la información como un derecho en el artículo 6 de la constitución (Gobernación, 2013).

La educación no llega por igual a todos, y esto es aún más notoria al hablar de los adultos, donde se existen desigualdades y exclusiones para su acceso. Recordemos que además de su condición, las dificultades económicas y problemas sociales, también encontramos la falta de políticas públicas o programas sociales para la inclusión de esta población, estos están destinados mayormente para jóvenes y a la promoción de la competencia económica (Rosas González Eduardo Gerardo & Ovando Chico María Catalina, 2018).

En la actualidad contamos con innumerables soluciones tecnológicas para todo tipo, estas se aumentan día a día con gran velocidad (Cabero Almenara & Ruiz Palmero, 2018).

Recordemos que el analfabetismo ya no solo es en su forma escrita y lectora, ahora se extiende a la tecnológica que implica el desconocimiento completo o parcial del uso de estos. Para Icaza y compañeros, definen por analfabeta digital a “todas aquellas personas que desarrollan sus actividades personales o profesionales sin vincularse con tecnologías o medios digitales, limitando sus procesos o recursos tradicionales y concreto, principalmente relacionados a la lectura escritura como el lápiz y al papel” (Icaza-Álvarez et al., 2019).

Al igual que existen personas analfabetas funcionales, también existen las personas analfabetas digitales funcionales

que corresponden a aquellas personas que hacen uso de las tecnologías en su forma básica.

Dentro de este contexto podemos conocer el mundo que existe sin darnos cuenta. La exclusión que viven todas aquellas personas que no tienen acceso a la información, agregando las capacidades necesarias para utilizar los dispositivos tecnológicos actuales, y además el no saber leer y escribir.

Sabemos que al tener una preparación escolar agregamos valor a nuestras capacidades para conseguir un empleo mejor remunerado a comparación de aquella persona que carece de una preparación profesional.

De acuerdo con los números obtenidos por la Encuesta Nacional Sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH), existen 93.1 millones de personas usuarias de internet. Hubo un incremento de usuarios mayores de 55 o más entre los años de 2019 y 2022, donde este rango de edades es el menor con respecto a los demás usuarios de internet; los usuarios de 18 a 24 años son los que tienen mayor presencia en internet. Podemos darnos cuenta de que, a partir del rango de edad de los 34 años, se disminuye el uso del internet entre los usuarios (ENDUTIH, 2022).

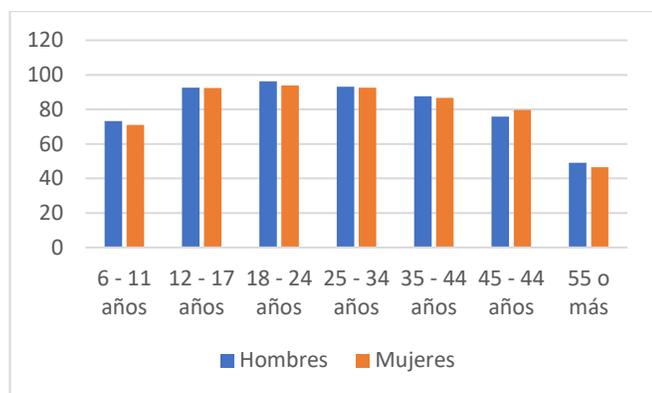


Figura 3. Usuarios de internet por sexo y edad. Datos tomados por ENDUTIH 2022.

Tenemos que considerar que es muy importante la actitud que se tiene frente a conocer y usar las nuevas tecnologías, para los adultos es difícil encontrar esa confianza para el uso de dispositivos tecnológicos. El miedo a usar estos dispositivos, además de no pensar como usuarios a adultos mayores al momento de hacer los diseños para las nuevas tecnologías, puede generar complicaciones al momento de su uso con esta población, donde la edad es importante para adoptar las nuevas tecnologías. Es importante generar confianza para que estos usuarios tengan este acercamiento y combatir esta brecha digital con los adultos mayores (Rosas González Eduardo Gerardo & Ovando Chico María Catalina, 2018).

1.3. Brecha digital

A pesar de que el acceso a la información ya es un derecho que nos corresponde en la Constitución (Artículo 6 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos),

existen diferentes formas o maneras en que las personas no pueden o no tienen acceso a la información o a internet, donde muchos de los casos es el económico y la pobreza.

Es importante conocer que existen personas que no consiguen adaptarse a las nuevas tecnologías emergentes. Esta condición genera desigualdad. Para Hernández (Hernández-Gracia et al., 2019), lista diversas causas para la brecha digital:

- Bajo poder adquisitivo de la población.
- Políticas públicas para un mejor acceso global a la tecnología.
- Las costumbres, ideologías de los usuarios.
- Nuevas habilidades para el uso de dispositivos tecnológicos.
- Brecha digital de género, donde las mujeres tienden al menor uso y/o acercamiento de las tecnologías con respecto a los hombres.
- Las sociales, aquí la familia tiene un gran impacto ya que, si no se cuentan con el sustento económico adecuado, es difícil el uso de las tecnologías.
- La economía es muy importante para el acceso y uso de las nuevas tecnologías.
- Llevar a cada rincón del país el acceso a internet es demasiado costoso debido a la gran diversidad de climas y tierras.
- Por medio de profesores o tutores que ayuden con la enseñanza de las tecnologías.

Para Soto Hernández (Soto-Hernández et al., 2020) citando a otro autor, menciona que existen tres conceptos que se deben tomar en cuenta refiriéndose a la inclusión digital, estos son el acceso, que habla acerca de lo necesario para que llegue a cualquier punto y su distribución; el segundo habla acerca de las habilidades necesarias para el uso de las TICs y el tercero acerca que los usuarios puedan desarrollar habilidades para el uso de las TICs. También es necesario recibir una educación digital que aumenten la confianza de los usuarios.

La brecha tecnológica es más presente en los países en vías de desarrollo, donde la población se encuentra en un proceso de envejecimiento y el uso de las TICs es necesario en el día a día de las personas (Sunkel & Ullmann, 2019).

2. Metodología

Para la creación de una propuesta tecnológica que ayude a la población adulta con su alfabetización, se usa el método de la palabra generadora que es usado por INEA para introducir a los adultos dentro del programa de alfabetización.

Para empezar, al adulto se le muestra como se escribe su nombre, esta parte es muy importante para ellos, conocen de manera escrita lo más valioso para nosotros, nuestra identidad.

Después de esta introducción, se introducen las vocales, y para empezar con las familias silábicas se comienza con la primera palabra generadora “PALA”, dando a conocer la letra “P” y la letra “L”.

Para los números, se hace la introducción desde el 1 hasta el 150. Para su enseñanza, se hace uso de actividades cotidianas, como lo son las compras y el contar dinero. Esto

es una necesidad muy básica para conseguir productos y servicios.

El asesor tiene que crear una cuenta, ya dentro del espacio, puede agregar a sus alumnos, con datos básicos. Posteriormente, el alumno puede acceder con esta información y acceder a todas las actividades que hemos preparado.

Se dividen en tres secciones:

- Letras
- Números
- Juegos

Todo el apartado para los alumnos tiene ayuda auditiva para que los usuarios puedan escuchar indicaciones y frases que motiven al usuario a usar la plataforma.

La interfaz grafica es muy sencilla evitando muchos componentes, ya que el usuario puede tener confusión o miedo al verlos en pantalla.

3. Materiales y Método

Dentro de las características para la realización de la siguiente propuesta, se necesitan:

- **Análisis de requerimientos.** Se busca cubrir esta parte al analizar las características de la población objetivo, en este caso, a los adultos mayores que, como ya se mencionó con anterioridad, enfrentan diversas dificultades, muchas de estas provenientes de la edad; no olvidemos que en particular en este artículo hablamos acerca del analfabetismo, ya sea en su forma escrita como en su forma digital.
- **Diseños:** Estos se hacen a partir del punto anterior, donde se busca a un diseñador que pueda agregar estilos y color, todo lo relacionado con el aspecto. También podemos agregar la planeación de la infraestructura que se usará en la plataforma.
- **Planeación de actividades:** Esto se realiza con el experto que atiende a los adultos. Puede proponer propuestas a partir de las experiencias que haya tenido con los adultos y con ayuda del equipo de trabajo hacer los diseños y posteriormente, llevarlos a la aplicación.
- **Despliegue:** Cargar la aplicación en las plataformas en línea para su uso.
- **Uso y retroalimentación:** El usuario objetivo hará prueba de la plataforma, observarán y proporcionará información de retroalimentación para mejoramiento de la plataforma.

Al tener estos puntos en cuenta se inicia con la investigación.

Con ayuda de un asesor de INEA, se consiguen los requerimientos necesarios para el primer prototipo de la aplicación web. A partir de la Palabra Generadora se planean los ejercicios que ayuden a los adultos con su alfabetización.

Con ayuda de un diseñador de interfaces UX/UI, se consigue crear una plantilla con una mejor apariencia, con colores agradables a la vista y con mejores posiciones de los

componentes para que el adulto pueda hacer uso de la plataforma. Se agregan las barras de navegación y pie de página. Con estas características ya empezamos a hacer la programación de la plataforma.

Se usan las llamadas “tecnologías web” más actuales; para las vistas se usa ReactJS y para la base de datos se usa MongoDB junto con NodeJS y GraphQL.

Aquí se muestran algunas plantillas hechas por el diseñador para la nueva plataforma.

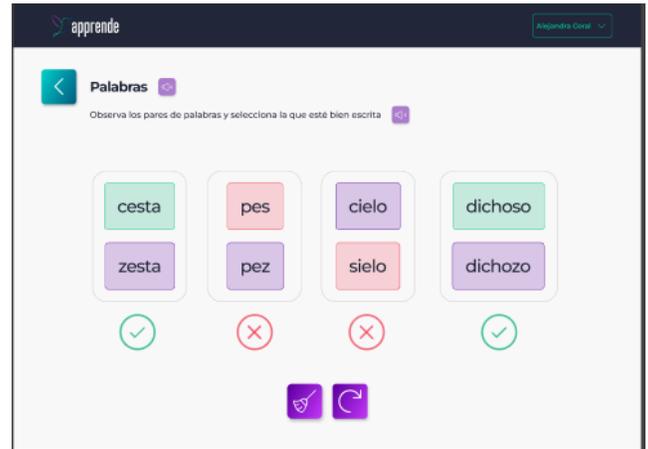


Figura 4. Ejercicios con palabras

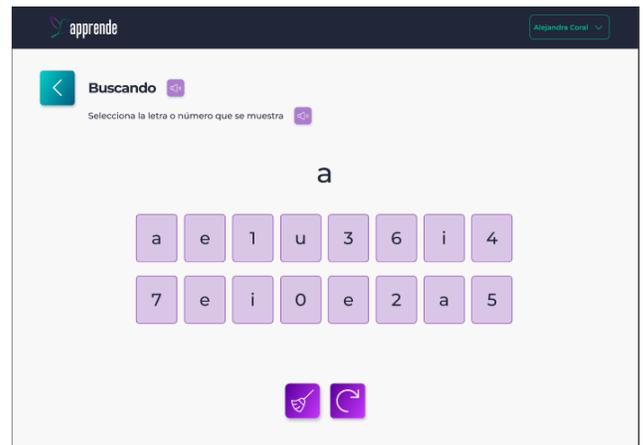


Figura 5. Juegos con letras

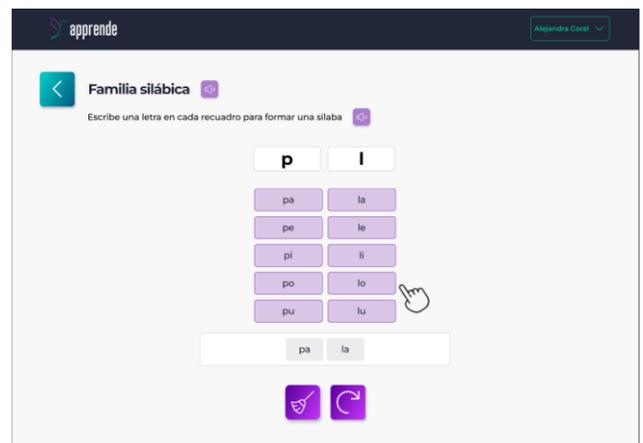


Figura 6. Formación de palabras

Se crean alrededor de 40 pantallas, entre estas se encuentran la página de inicio, inicios de sesión para los alumnos y el asesor, un apartado exclusivo para los alumnos y otro para los asesores.

El apartado para los alumnos es el más extenso, cuenta con más de 30 actividades, entre estas para practicar las letras y las palabras, otro para practicar los números y otro para practicar con juegos, se incluyen memoramas, juegos con letras, etc.

La plataforma aun se encuentra en desarrollo, pero ya se puede hacer uso de ésta. Los diseños difieren un poco a plantilla debido a que necesitamos mejorar con las habilidades necesarias para el desarrollo visual de la plataforma, la tecnología avanza constantemente y estamos trabajando para tenerlo lo más actualizado posible. Si deseas usar la plataforma, se encuentra en www.unapalabradigital.com.

Esta diseñado para que el asesor prepare y muestre la plataforma lista para el alumno, quien sólo se encargará de hacer uso de la plataforma. Previamente se prepara a los alumnos con un acercamiento con las computadoras, con unas clases para que se familiaricen con el teclado, ratón y con las ventanas de la computadora; es un proceso lento, pero a los adultos les agradada saber que aun pueden integrarse con las nuevas tecnologías que llegaron para quedarse en nuestras vidas.

Para la sección del abecedario, refuerzan la escritura y lectura, para los números, se muestran los números y se empieza a contar, sumar con dinero; para los juegos, tenemos diferentes actividades incentivar a el adulto para que aprenda jugando.

Se busca mantener la relación imagen-palabra para que el alumno reconozca las imágenes e inmediatamente visualice su nombre escrito, aprovechando que el adulto ya tiene conocimientos previos.

4. Resultados

Para la realización de estas pruebas, agradecemos el espacio que nos proporciona la plaza comunitaria que nos ayuda con el espacio y tener este acercamiento con los adultos, precisamente con personas en alfabetización.

A lo largo de las actividades se observan que los usuarios deben de ser guiados a través de la plataforma. Esto es un momento de gran importancia, ya que aquí es donde el usuario tiene el primer acercamiento a la aplicación.

El alumno al tratar de usar la plataforma se nota con inseguridad, explora las opciones y escucha las indicaciones con ayuda de los botones. Desde un inicio, el asesor le muestra el camino para que haga uso de las actividades, con esto, el alumno avanza de manera significativa. Es un proceso lento donde el asesor es muy importante.

Las indicaciones han sido confusas para los usuarios, necesitamos mejorar esta parte con instrucciones mas certeras para que el asesor entienda que hacer en cada actividad y pueda explicar al alumno que hacer. Todas las actividades son “sencillas” y posiblemente de forma intuitiva puedan hacer

uso de la plataforma sin necesidad de escuchar las indicaciones preparadas para guiar al usuario.

Para la sección con letras, los alumnos tuvieron problemas para hacer uso de algunas actividades, la más complicada fue el armado de palabras a partir de las familias silábicas, donde tenían que arrastrar las opciones, las otras actividades fueron relativamente fáciles con ayuda del asesor, guiando a los alumnos, con paciencia y empatía favoreciendo su autoestima y seguridad para realizar las actividades.

La sección para los números fue una de las actividades un poco más difíciles, esto es debido a los conocimientos previos con los números que tienen los educandos, algunos de ellos pueden realizar sumas simples con números, pero al pasar a las sumas o manejar números con dos dígitos se observa la dificultad para realizarlos.

Al llegar con la actividad que se muestra dinero, se observa la dificultad para manejar números con dos y tres dígitos; necesitamos reforzar y mejorar esta parte para que los alumnos puedan mejorar sus habilidades para contar y sumar.

Los alumnos recomiendan integrar una calculadora, muchos de alumnos quieren aprender a usar la calculadora que se encuentra en el celular o la física que muchos tenemos al alcance.

Al llegar los juegos, los alumnos tuvieron problemas para realizar las actividades, pero con la ayuda del asesor se pudo seguir correctamente cada actividad. Tenemos claro que el asesor es una parte importante en el uso de la plataforma.

Con las lecciones previas para enseñar a los alumnos a usar la computadora ayudó mucho para que ellos perdieran el miedo a acercarse a la tecnología y entender cómo usar el teclado y el ratón.

Al pasar los días, se puede observar que los alumnos pueden hacer uso del pc de una manera lenta pero constante. El alumno necesita recordar, entre otras cosas más, la localización de las teclas, las funciones que hacen estas, el funcionamiento de los botones de la plataforma, cómo es que funciona cada actividad, etc. La frecuencia del uso del pc favorece el aprendizaje con los alumnos.

Los alumnos tienen un avance muy significativo en su aprendizaje y sobre todo con el uso del pc, se ven más animados para sus clases. Con respecto a su alfabetización, llevan su propio ritmo debido a todas las actividades diarias que realizan, ya que algunos trabajan o se hacen cargo de los hijos o nietos, por mencionar algunas.

La plataforma resultó ser agradable a los adultos, para un primer acercamiento no hubo mayores complicaciones, sin descartar la ayuda del asesor que ayuda a sus estudiantes, con empatía y paciencia.

Para la sección del asesor, es muy simple y puede observar los avances de cada alumno, necesita mejoras, pero para su propósito, lo hace bien, se pretende agregar unas actualizaciones, por ejemplo, que el asesor pueda acceder a las actividades sin necesidad de hacer uso de la cuenta de su alumno, entre otras más actualizaciones.

5. Conclusiones

La creación de una aplicación para adultos lleva su complejidad en conseguir lo necesario para cubrir los diversos problemas degenerativos causados por la edad de los adultos.

La ayuda del asesor fue de vital importancia para la creación de la plataforma quien ayudó con la creación de las actividades y no olvidar la colaboración del diseñador de interfaces que ayudó a dar color y forma a toda la plantilla visual de la aplicación.

Los alumnos se observan alegres de integrarse al mundo tecnológico, con muchas inseguridades y miedos, pero sus ganas de aprender son muy grandes. Junto a su alfabetización de forma escrita, también lo hacen de manera tecnológica, ayudando a su autoestima y seguridad.

El aprendizaje es lento, pero ver a los adultos usar un pc después de no conocer siquiera las letras, es una alegría para nosotros y un gran paso para ellos.

Seguiremos con este proyecto para llevarlo a más personas que necesiten alfabetizarse y con la ayuda de la tecnología, esperamos que llegue muy lejos.

6. Agradecimientos

A todas las personas involucradas para la realización de este artículo y nuevamente agradecer a la Plaza Comunitaria involucrada por el espacio y el acercamiento con las personas objetivo de este proyecto.

7. Referencias

- Cabero Almenara, J., & Ruiz Palmero, J. (2018). Las Tecnologías de la Información y Comunicación para la inclusión: reformulando la brecha digital. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 9.
- Hernández-Gracia, J. F., Avendaño – Hernández, V., & Buitrón – Ramírez, H. A. (2019). Las Tecnologías de la Información y Comunicación y la Brecha Digital: Una nueva forma de exclusión social. *Boletín Científico de La Escuela Superior Atotonilco de Tula*, 6(11). <https://doi.org/10.29057/esat.v6i11.3694>
- Icaza-Álvarez, D. O., Campoverde-Jiménez, G. E., & Arias-Reyes, P. D. (2019). El analfabetismo tecnológico o digital. *Polo Del Conocimiento*, 4(2). <https://doi.org/10.23857/pc.v4i2.922>
- Narro Robles, J., & Moctezuma Navarro David. (2012). Analfabetismo en México; una deuda social. *Diciembre*, 3.
- Rosas González Eduardo Gerardo, & Ovando Chico María Catalina. (2018). Inclusión Digital en México el reto de consolidar un derecho entre los adultos mayores. *Sociedad y Desigualdades*, 6.
- Sayuri Wuchi Delgado. (2019). “La importancia del diseño en aplicaciones móviles educativas para jóvenes y adultos.” *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Soto-Hernández, D., Valencia-López, O. D., & Rentería-Gaeta, R. (2020). Alfabetización y brecha digital entre los pueblos originarios de México, 1990-2015. Efectos socioeconómicos. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 12(23). <https://doi.org/10.22430/21457778.1720>
- Sunkel, G., & Ullmann, H. (2019). Las personas mayores de América Latina en la era digital: superación de la brecha digital. *Revista de La CEPAL*, 2019(127). <https://doi.org/10.18356/db143bd3-es>
- Trujillo, R. M. P., & García, J. B. C. (2018). Exclusión de las personas analfabetas en la vinculación laboral. *Revista Mexicana de Sociología*, 80(4). <https://doi.org/10.22201/iis.01882503p.2018.4.57794>

Prototipo de nariz electrónica para la detección de diferentes gases. Prototype of electronic nose for the detection of different gases.

Ulises Eduardo García-Aranda ^{a,b}, Francisco Jacob Ávila-Camacho ^{a,b}

^a Centro de Cooperación Academia-Industria, Tecnológico Nacional de México/ TES de Ecatepec, 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México.

^b División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/ TES de Ecatepec, 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México.

Resumen

En el presente trabajo se presentará una corta, pero precisa investigación sobre el desarrollo de un prototipo de nariz electrónica para la detección de sustancias por medio de los gases que desprendan las mismas. Para poder llevar a cabo esto, se debió de tener claro el por qué se escogió cada sensor de gas (MQ) y la mayoría de los materiales utilizados para el desarrollo de este prototipo. Apegado a esto se planteará la idea del cómo se logró llevar a cabo este proyecto, ya que se no se contó con información previa tal como antecedentes o algún informe técnico, el cual nos hubiera ayudado para poder llevarlo a cabo, más sin embargo y conforme a las necesidades solicitadas, se tuvo que buscar la solución de la mejor manera posible, esto por la cantidad de sensores de gas (MQ) que se utilizaron en la elaboración de este prototipo (6 sensores MQ.) Se utilizó esta cantidad de sensores ya que antes de empezar a elaborar el proyecto, se tuvo que llevar a cabo una investigación previa y en esta investigación nos dimos cuenta de que, se tendría que utilizar una variedad de diferentes sensores, esto porque buscamos obtener datos más precisos de todos los diferentes tipos de muestras que nos serán brindadas por el personal autorizado.

Palabras clave: Detección de sustancias, sensores de gas, sustancias, muestras, inteligencia artificial.

Abstract

In the present work, a short but precise investigation will be presented on the development of a prototype of an electronic nose for the detection of substances through the gases they give off. In order to carry out this, it must have been clear why each gas sensor (MQ) and most of the materials used for the development of this prototype were chosen. Attached to this, the idea of how this project was carried out will be raised, since there was no prior information such as background or any technical report, which would have helped us to be able to carry it out, however and according to To meet the requested needs, the solution had to be found in the best possible way, due to the number of gas sensors (MQ) that were used in the development of this prototype (6 MQ sensors.) This number of sensors was already used that before starting to develop the project, a prior investigation had to be carried out and, in this investigation, we realized that a variety of different sensors would have to be used, this because we sought to obtain more precise data from all the different types of samples that will be provided to us by authorized personnel.

Keywords: Detection of substances, gas sensors, substances, samples, artificial intelligence.

1. Introducción

Con el objetivo de mejorar la seguridad y comodidad de la vida humana, se han creado robots para sustituir al ser humano en ciertas tareas. Estos robots han sido equipados con dispositivos que imitan algunos sentidos humanos, como la visión, audición, olfato y gusto. Este artículo se enfoca en las narices electrónicas, revisando su origen, funcionamiento, aplicaciones y relevancia como dispositivos que proporcionan información olfativa a sistemas de control.

La nariz electrónica, tradicionalmente, se consta de el aroma de las diferentes muestras que se han analizado empleando técnicas de análisis sensorial y/o técnicas cromatográficas con sistemas de detección universal como la espectrometría de masas (MS) o la ionización de llama (FID.) Estas últimas han sido, las que han permitido cuantificar los componentes individuales que constituyen la fracción volátil de las sustancias. Los últimos años se han utilizado técnicas como como la cromatografía de gases con la detección olfatométrica (GCO) han complementado los resultados de las técnicas más clásicas, puesto que se han permitido cuantificar los componentes volátiles, pero, además,

*Autor para la correspondencia: josejuan@dominio1.edu.mx

Correo electrónico: 201811119@tese.edu.mx (Ulises-Eduardo García-Arana), fjacobavila@tese.edu.mx (Francisco Jacob Ávila-Camacho).

identifican aquellos que aportan alguna nota aromática a las muestras en cuestión.[16] La GCO se podría considerar un punto intermedio entre el análisis sensorial y las técnicas cromatográficas. Esta técnica, como técnica cromatográfica, adolece de una falta rapidez analítica que la hace poco útil en control de calidad. La nariz electrónica, si posee esta característica, ya que procesa la fracción volátil de las sustancias (por medio de las partículas que estas desprenden), de la misma forma que lo hace la nariz humana, esto permite clasificar las diferentes sustancias con forme a su similitud en partículas, aunque no determinar la composición de dicha sustancia. Las narices electrónicas fueron desarrolladas en un comienzo para reemplazar a los paneles de expertos en la clasificación de diferentes sustancias, debido a que estos se consideran costosos, difíciles de transportar, y algunas veces subjetivos, debido a que sus valoraciones se pueden ver afectadas por el cansancio, estado anímico, el clima y otros factores externos.[1]

La nariz electrónica se puede definir como un instrumento dotado de sensores químicos y de un programa químico métrico de reconocimiento de modelos, la cual es capaz de reconocer y comparar olores individuales o complejos. De igual manera que lo hace el sistema olfativo humano, ya que su objetivo es el relacionar las partículas que se percibe junto con una respuesta que, tras esta ser almacenada en la memoria, servirá como modelo en ulteriores análisis (Figura 1.)

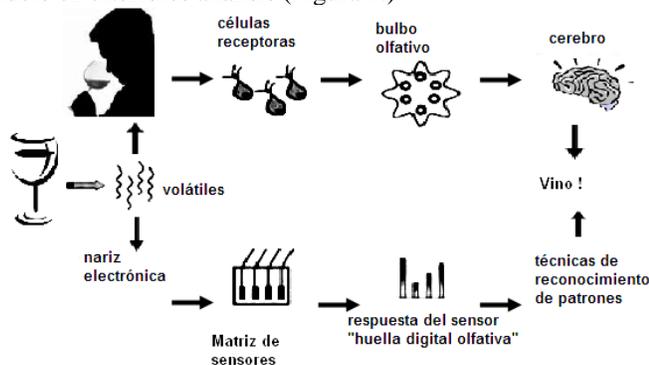


Figura 1. **Nariz humana y nariz electrónica.**[20]

La mayoría de los sistemas de narices electrónicas que existen en el mercado consta de tres partes diferenciadas. La primera de estas consta en la toma de muestras, que, con las características de volatilidad de estas, se fundamentara en la técnica del espacio de la cabeza (headspace) estático. Los volátiles son concentrados por calentamiento en la fase de vapor que suele encontrarse sobre las muestras (liquidadas o solidas) suelen ser introducidas en el sistema de sensores, el cual se encargara de medir las diferentes propiedades físico-químicas que componen las diferentes muestras, la cual convierte el olor en la señal medible con la cual un ordenador será el encargado de procesar mediante técnicas químico métricas, dando como resultado un gráfico que nos representara la huella digital de dicho olor.

Alguna de las diferencias más fundamentales entre los diferentes sistemas de olfato electrónico (nariz electrónica) suele residir en la tipología de los sensores que serán empleados. Los más consolidados son los llamados sensores de gas. Estos sensores funcionan con baterías (sistemas multisensorial) y están constituidos por diferentes materiales:

- Óxidos metálicos.

- Polímeros conductores.
- Cristales piezoeléctricos.
- Etc.

Estos suelen modificar sus propiedades electrónicas una vez interactúan con los compuestos volátiles, esto proporcionara la huella olfativa de la fracción volátil que han percibido.[18]

2. Origen de la nariz electrónica

Las narices electrónicas, dispositivos que emulan el sentido del olfato humano, comenzaron a desarrollarse en la década de 1960. La compañía Bacharach Inc. creó uno de los primeros dispositivos conocidos como "Sniffer", aunque este no se consideró una nariz electrónica porque solo tenía un sensor de gas. En los años 80, el concepto de nariz electrónica se formalizó gracias al trabajo de dos grupos de investigadores: uno en la Universidad de Warwick en el Reino Unido y otro en el Argonne National Laboratory (ANL) en Estados Unidos.[16]

En 1982, Krishna Persaud y George Dodd, de la Universidad de Warwick, realizaron la primera publicación sobre narices electrónicas, centrando sus estudios en el olfato biológico. Utilizaron sensores semiconductores de óxidos metálicos y posteriormente expandieron su investigación a sensores basados en polímeros conductores. Al mismo tiempo, el grupo de ANL desarrolló un aparato para detectar, identificar y medir una variedad de productos químicos transportados por ferrocarriles, barcos y camiones.

2.1. Evolución y crecimiento de las narices electrónicas

La definición de nariz electrónica como un sistema inteligente capaz de analizar y reconocer aromas simples o complejos fue popularizada por Gardner y Bartlett en 1999.[5] Este desarrollo dio lugar a la fabricación comercial de narices electrónicas, que comenzaron a aparecer en el mercado a principios de los años 90, con sistemas como el Modular Sensor System (MOSES I.) A lo largo de los años, estas tecnologías han sido empleadas en diversos campos, incluyendo la industria automotriz, el monitoreo ambiental, el diagnóstico médico y el procesamiento de alimentos.

Aunque se ha observado una disminución en el número de empresas dedicadas a la fabricación de narices electrónicas debido a fusiones, especializaciones o desapariciones por razones de mercado, el uso de estas tecnologías se ha expandido. Inicialmente, fueron desarrolladas para reemplazar a los paneles de expertos en la clasificación de aromas, quienes a menudo dependían de costosos y complejos equipos como cromatógrafos de gases y espectrómetros de masas.

En la actualidad, las narices electrónicas no solo se utilizan para clasificar aromas, sino también para detectar olores, lo que ha ampliado su importancia y aplicación en sectores como la agroindustria, el medio ambiente, la seguridad y la medicina. La tecnología de nariz electrónica ha avanzado significativamente, incorporándose en robots móviles para realizar tareas en condiciones peligrosas para los humanos, como la detección de sustancias explosivas y tóxicas.

3. Funcionamiento de las narices electrónicas

Para comprender cómo funcionan los sistemas de olfato electrónico, es útil empezar con una descripción del sistema de olfato biológico. El sistema olfativo humano es extremadamente complejo y ha sido objeto de estudios detallados, culminando en el Premio Nobel de Fisiología o Medicina otorgado a Richard Axel y Linda B. Buck en 2004 por sus investigaciones sobre los receptores olfativos y la organización del sistema olfativo.

El olfato humano se divide entre la nariz y el cerebro. Las moléculas aromáticas se desplazan a través de las cavidades nasales y alcanzan el epitelio olfatorio, una región de la mucosa nasal del tamaño de una estampilla que contiene entre 10 y 20 millones de neuronas olfativas. Las dendritas de estas neuronas se extienden hacia la superficie epitelial, donde se unen a receptores específicos para ciertos olores, similar a una llave en una cerradura. Cuando una molécula volátil se une a su receptor, se genera un impulso nervioso mediante la liberación de una proteína G. Los impulsos viajan por los axones hasta un punto específico en el bulbo olfatorio del cerebro, en áreas llamadas glomérulos, permitiendo al cerebro identificar el tipo de receptor estimulado.[20]

Una vez que la información llega a varias áreas del cerebro, se envían señales a otras partes del cuerpo para activar respuestas emocionales y físicas, como disfrutar de un alimento delicioso o reaccionar ante un peligro.

Cualquier hipótesis sobre cómo se codifica y transmite la información olfativa debe alinearse con varios aspectos de la percepción humana. Primero, "el aroma" no se refiere a una característica molecular específica de la sustancia; por ejemplo, aunque todos los compuestos volátiles con azufre son "sulfurosos", no todos huelen igual. Además, el aroma es una experiencia holística: mezclas complejas como el café provocan una percepción simple, similar a una molécula única. Los humanos tienen una capacidad limitada para discriminar componentes de mezclas complejas y no pueden distinguir más de tres o cuatro componentes por separado. La identificación de muchos volátiles no cambia con la concentración, manteniendo una constancia perceptual. El sistema olfativo tiene conexiones directas con estructuras cerebrales involucradas en la memoria y las emociones, como el hipocampo, el tálamo y la corteza frontal.

Inspirados en esta estructura, los sistemas de olfato artificial imitan la nariz humana con receptores no específicos (sensores) seguidos por procesamiento de señales. El concepto de nariz artificial fue propuesto en 1982 en la Universidad de Warwick por Persaud y Dodd. Los sistemas de reconocimiento de aromas llegaron al mercado a principios de los años 90 con el sistema Modular Sensor System - MOSES I, y desde entonces, se han desarrollado muchas narices electrónicas usadas en diversos campos como la automoción, monitoreo ambiental, diagnóstico médico y procesamiento de alimentos.[16]

Antes de la nariz electrónica, el análisis instrumental de aromas (mezclas de volátiles en el espacio gaseoso de un recipiente, llamado headspace) se realizaba identificando y cuantificando compuestos individuales tras una separación, por ejemplo, cromatografía de gases – espectrometría de masas (GC-MS) o cromatografía de gases – detección de ionización de llama (GC-FID).

3.1. Análisis de datos por métodos tradicionales

Al momento de hablar sobre el análisis de olores podemos hacer alusión a los métodos tradicionales, los cuales implicaban la identificación y cuantificación de los compuestos volátiles individuales. Estos métodos eran complejos, costosos y requerían equipos sofisticados. A continuación, se describirán estos métodos y su evolución hacia la tecnología de la nariz electrónica.[20]

- **Cromatografía de gases (GS):** La cromatografía de gases es una técnica utilizada para separar y analizar compuestos que pueden vaporizarse sin descomponerse. Esta técnica implica el uso de un gas portador que transporta la muestra a través de una columna, donde los componentes se separan y luego se detectan. GC es ampliamente utilizado debido a su alta resolución y capacidad de identificar y cuantificar compuestos en mezclas complejas.

- **Espectrometrías de masas (MS):** A menudo combinada con la cromatografía de gases (GC-MS), la espectrometría de masas permite la identificación de compuestos mediante la medición de su relación masa-carga. GC-MS es una técnica poderosa que proporciona información detallada sobre la estructura molecular de los compuestos, permitiendo una identificación precisa. Esta técnica es fundamental en la investigación y el control de calidad de alimentos, fragancias y productos químicos.

- **cromatografía de gases con detección por ionización de llama (GC-FID):** La detección por ionización de llama es otra técnica utilizada junto con la cromatografía de gases (GC-FID.) En esta técnica, los compuestos separados por la GC se queman en una llama de hidrógeno y aire, produciendo iones que generan una corriente medible. Esta técnica es especialmente útil para la cuantificación de hidrocarburos y otros compuestos orgánicos volátiles.

Estos métodos tradicionales presentan varias limitaciones, las cuales son:

- **Complejidad y costo:** Requieren equipos sofisticados y personal altamente capacitado, lo que incrementa los costos operativos.

- **Tiempo de análisis:** Los procesos de separación e identificación pueden ser lentos, lo que no es ideal para aplicaciones que requieren resultados rápidos.

- **Subjetividad:** En muchos casos, los análisis de sensorial complementarios realizados por paneles de expertos pueden introducir variabilidad y subjetividad en el resultado.

4. Sensores de gas (MQ)

En elaboración de este proyecto nos dimos a la búsqueda de buscar la mayoría de los sensores de gas utilizados en proyectos similares, ya que en el mercado existe una gran variedad de sensores que se podrían utilizar, más sin embargo hemos optado por utilizar sensores que fueran más accesibles en cuanto al costo, pero que a su vez nos brindaran la misma funcionalidad, en su mayoría.

El objetivo de la sección es indicar qué significan los hallazgos identificados en la sección de resultados y cómo estos se relacionan con el conocimiento actual.

Tabla 1. Sensores, sus compuestos y voltaje. Elaboración propia

Sensores	Compuestos	Voltaje
MQ-2	Metano, butano, GLA, humo	5V
MQ-3	Alcohol, etanol, humo	5V
MQ-4	Metano, gas natural comprimido (GNP)	5V
MQ-7	Monóxido de carbono	Alternado 5V y 1.4V
MQ-8	Hidrogeno	5V
MQ-135	Benceno, alcohol, humo, calidad del aire	5V

En la tabla anterior se agregaron los sensores de gas que se utilizaron en la elaboración de este proyecto, así como poca información sobre los compuestos químicos que cada sensor es capaz de detectar y de la misma forma el voltaje de cada uno de estos. A continuación, se agregará una imagen de la estructura de los sensores de gas MQ, la estructura es la misma en todos los sensores de este tipo.

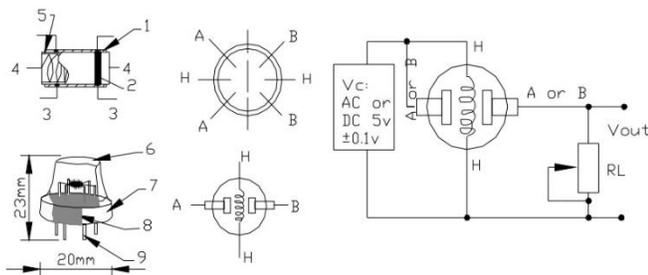


Figura 2. Estructura de los sensores MQ.[9]

4.1. Sensor MQ2

El sensor MQ-2 es uno de los sensores de gas más utilizados en la detección de gases combustibles y humo. Su popularidad se debe a su alta sensibilidad, bajo costo y facilidad de uso. Este sensor se emplea en una variedad de aplicaciones, incluyendo sistemas de seguridad contra incendios y detección de fugas de gas.

El sensor MQ-2 está compuesto principalmente por un material semiconductor de dióxido de estaño (SnO₂.) El dióxido de estaño es conocido por su capacidad para cambiar su resistencia en presencia de gases reductores. Este material se encuentra depositado sobre un sustrato de cerámica y está cubierto por una malla de acero inoxidable que actúa como filtro para evitar la entrada de polvo y otras partículas no deseadas.[9]

El sensor también incluye:

- Electrodo: Dos electrodos que están en contacto con el material semiconductor y permiten medir la resistencia del sensor.

- Calentador: Un elemento calefactor (generalmente una bobina de nicromo) que mantiene una temperatura óptima para la reacción de los gases con el material semiconductor.

El funcionamiento del sensor MQ-2 se basa en la variación de la resistencia eléctrica del material semiconductor (SnO₂) en presencia de gases combustibles. A continuación, se describe el proceso:

- Calentamiento: El elemento calefactor integrado en el sensor calienta el dióxido de estaño a una temperatura específica, generalmente alrededor de 300-400°C. Este calentamiento es crucial para que las reacciones químicas entre el gas y el material semiconductor ocurran de manera efectiva.

- Absorción de Gases: Cuando los gases objetivo (como metano, propano, GLP, etc.) están presentes en el entorno, son absorbidos por la superficie del dióxido de estaño.

- Reacción Química: Los gases reductores reaccionan con el oxígeno adsorbido en la superficie del SnO₂, lo que resulta en la liberación de electrones en el material semiconductor. Esta reacción reduce la resistencia del sensor.

- Medición de Resistencia: La variación en la resistencia del sensor es medida por los electrodos. Esta variación se traduce en una señal eléctrica que puede ser procesada para determinar la concentración del gas presente.

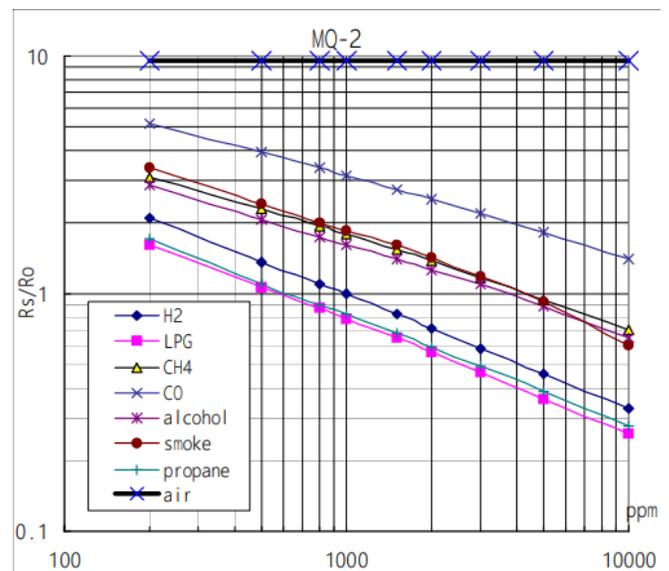


Figura 3. Características de sensibilidad del sensor MQ-2.[9]

4.2. Sensor MQ-3

El sensor MQ-3 está basado en un material semiconductor de óxido metálico, específicamente dióxido de estaño (SnO₂.) Este material es sensible a varios gases y su resistencia eléctrica varía en presencia de estos. La estructura del sensor incluye:

- Elemento Sensor: Dióxido de estaño (SnO₂) dopado.
- Calentador Interno: Mantiene el sensor a una temperatura óptima para la reacción con los gases.
- Electrodo: Conectan el material sensor al circuito externo para medir cambios en la resistencia.
- Carcasa: Protege los componentes internos y permite el paso de gases al elemento sensor.

El funcionamiento del MQ-3 se basa en la variación de la resistencia del material semiconductor cuando se expone a diferentes gases. Este sensor está diseñado para ser especialmente sensible al alcohol (etanol.) El proceso de detección incluye:

- **Adsorción de Gases:** Cuando las moléculas de gas entran en contacto con la superficie del dióxido de estaño, son adsorbidas.
- **Reacción Química:** Las moléculas de gas reaccionan con los iones de oxígeno adsorbidos en la superficie del SnO₂, lo que provoca una transferencia de electrones.
- **Cambio en Resistencia:** Esta transferencia de electrones causa un cambio en la resistencia eléctrica del material. El cambio en resistencia es proporcional a la concentración del gas presente.
- **Lectura de Señal:** Los electrodos conectados al SnO₂ permiten medir este cambio en resistencia, y la señal eléctrica correspondiente se procesa para determinar la concentración del gas.[10]

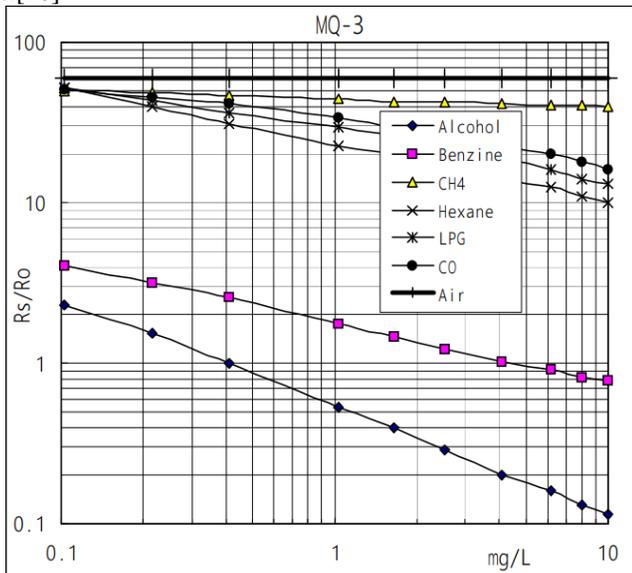


Figura 4. Características de sensibilidad del sensor MQ-3.[10]

4.3. Sensor MQ-4

El sensor de gas MQ-4 está compuesto por un material semiconductor de óxido metálico, principalmente dióxido de estaño (SnO₂.) Este material es sensible a los gases combustibles y su resistencia cambia en presencia de estos gases. La estructura del sensor incluye una capa de SnO₂ depositada sobre un sustrato de cerámica que se calienta internamente mediante una bobina de calentamiento, lo que facilita la interacción entre los gases y la superficie del material semiconductor.

El principio de funcionamiento del MQ-4 se basa en la variación de la resistencia eléctrica del dióxido de estaño en presencia de gases combustibles. Cuando los gases combustibles como el metano (CH₄) entran en contacto con la superficie del SnO₂, interactúan con el oxígeno adsorbido en la superficie, cambiando la concentración de electrones libres en el material. Esto provoca una disminución en la resistencia del sensor. La variación de la resistencia es proporcional a la concentración de

gas en el entorno, lo que permite medir la concentración de gases específicos.

El sensor MQ-4 está diseñado para detectar principalmente gases inflamables, con una alta sensibilidad al metano (CH₄.) Sin embargo, también puede detectar otros gases combustibles, aunque con menor sensibilidad.[11]

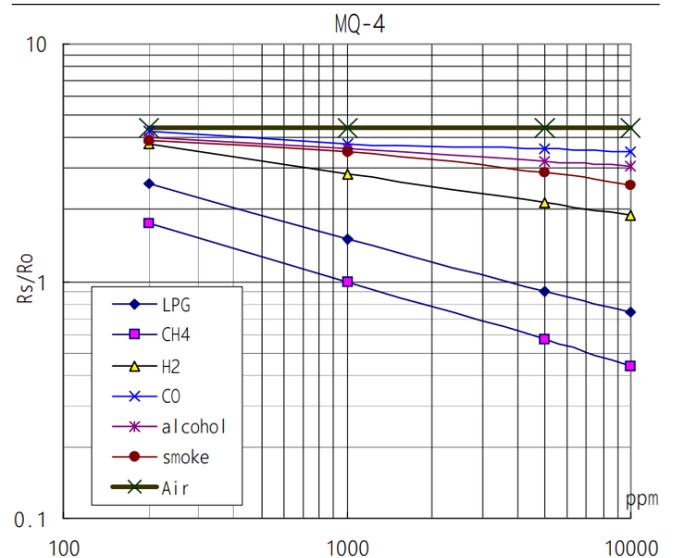


Figura 5. Características de sensibilidad del sensor MQ-4[11].

4.4. Sensor MQ-7

El sensor MQ-7 está compuesto principalmente por un material semiconductor de dióxido de estaño (SnO₂.) Este material es conocido por su alta sensibilidad a ciertos gases. La estructura interna del sensor incluye:

- **Elemento Sensor:** Basado en dióxido de estaño (SnO₂), que es un material semiconductor que cambia su resistencia en presencia de gases.
- **Calentador:** Un componente que calienta el elemento sensor para mantener una temperatura constante, lo cual es crucial para la detección precisa.
- **Electrodos:** Conectados al elemento sensor para medir los cambios en la resistencia eléctrica.
- **Caja Protectora:** Generalmente hecha de metal, con aberturas que permiten el paso del gas, pero protegen el elemento sensor de daños físicos y contaminantes.

El sensor MQ-7 opera mediante un ciclo de calentamiento y enfriamiento para detectar el monóxido de carbono (CO) de manera más precisa. El funcionamiento se puede describir en los siguientes pasos:

- **Calentamiento Inicial:** El calentador interno del sensor eleva la temperatura del dióxido de estaño a aproximadamente 200°C. Durante este ciclo, el sensor se limpia de contaminantes.
- **Enfriamiento Controlado:** Después del calentamiento, el sensor se enfría a alrededor de 50°C. En esta fase, el dióxido de estaño es sensible a la presencia de monóxido de carbonó.

El sensor MQ-7 está optimizado para la detección de monóxido de carbono (CO.) Sin embargo, también puede

responder a otros gases en menor medida debido a la naturaleza de su material sensor.[12]

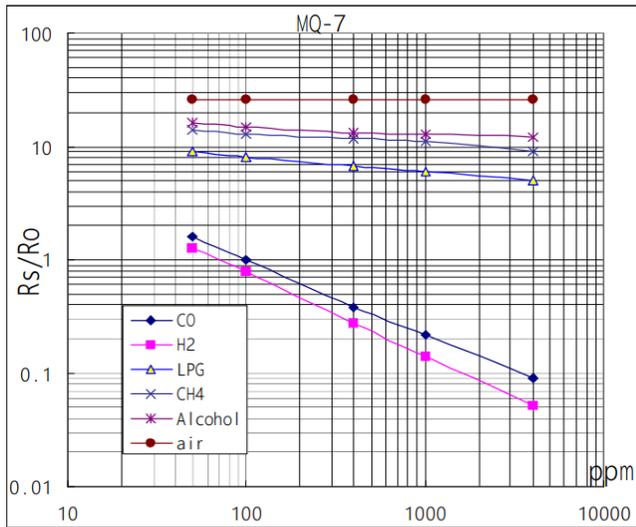


Figura 6. Características de sensibilidad del sensor MQ-7[12].

4.5. Sensor MQ-8

El sensor de gas MQ-8 está diseñado específicamente para la detección de hidrógeno (H2.) Está compuesto por varios componentes clave que le permiten detectar eficazmente este gas:

Material Sensor: El elemento principal del sensor MQ-8 es el dióxido de estaño (SnO2.) Este material semiconductor es altamente sensible a la presencia de hidrógeno.

Elemento Calefactor: Dentro del sensor, hay un pequeño calentador que mantiene el material sensor a una temperatura óptima para la reacción con los gases objetivo.

Electrodos: Los electrodos están conectados al material sensor y permiten medir los cambios en la resistencia eléctrica cuando los gases interactúan con el SnO2. [13]

Sustrato:

El material sensor y los electrodos están montados en un sustrato cerámico que proporciona estabilidad y soporte mecánico.

El funcionamiento del sensor MQ-8 se basa en la variación de la resistencia del material semiconductor cuando entra en contacto con el hidrógeno. A continuación, se describe el proceso en detalle:

Adsorción de Gas: Cuando el hidrógeno está presente en el entorno del sensor, las moléculas de H2 se adsorben en la superficie del dióxido de estaño.

Cambio de Resistencia: La adsorción de hidrógeno provoca una reacción química en la superficie del SnO2, que resulta en un cambio en la conductividad eléctrica del material. Específicamente, la presencia de hidrógeno reduce la resistencia del material semiconductor.

- **Medición Eléctrica:** Los electrodos miden este cambio en la resistencia. El cambio en la resistencia se traduce en una señal eléctrica que puede ser procesada por un circuito electrónico para determinar la concentración de hidrógeno en el ambiente.

- **Calentamiento Controlado:** El elemento calefactor mantiene el sensor a una temperatura constante para asegurar una sensibilidad y tiempo de respuesta óptimos.

El sensor MQ-8 está optimizado para detectar hidrógeno, pero también puede responder a otros gases, aunque con menor sensibilidad.

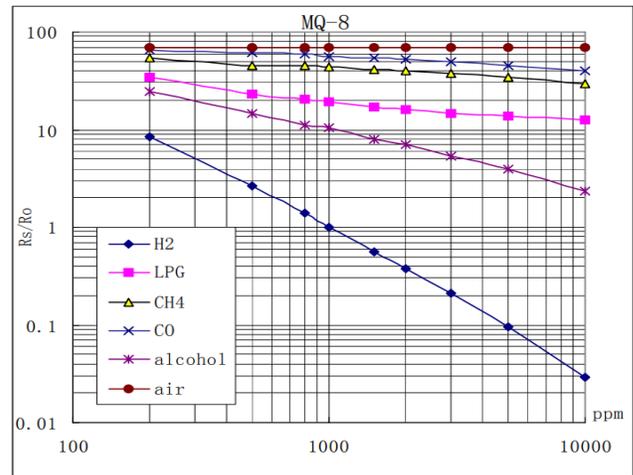


Figura 7. Características de sensibilidad del sensor MQ-8[13].

4.6. Sensor MQ-135

El sensor MQ-135 es ampliamente utilizado para la monitorización de la calidad del aire debido a su capacidad para detectar una variedad de gases nocivos. Este sensor se basa en un material semiconductor de óxido metálico que reacciona en presencia de gases específicos, cambiando su resistencia eléctrica.

Está compuesto principalmente por un material semiconductor de dióxido de estaño (SnO2.) Este material es altamente sensible a varios gases, lo que lo convierte en una opción ideal para aplicaciones de detección de gases en ambientes diversos. Además del SnO2, el sensor incluye un calefactor integrado y electrodos de detección para medir la resistencia eléctrica del material semiconductor en presencia de gases.[14]

Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia eléctrica del material semiconductor en respuesta a la presencia de gases. Cuando los gases objetivo entran en contacto con el material sensor, se producen reacciones químicas en la superficie del semiconductor, lo que provoca un cambio en su resistencia eléctrica. Este cambio se puede medir y analizar para determinar la concentración de los gases presentes.

El sensor incluye un circuito de calefacción que mantiene la temperatura del material semiconductor en un rango óptimo para asegurar la máxima sensibilidad y precisión. La resistencia del material se mide en condiciones de referencia y se compara con la resistencia en presencia de gases, permitiendo así la detección y cuantificación de los compuestos químicos.

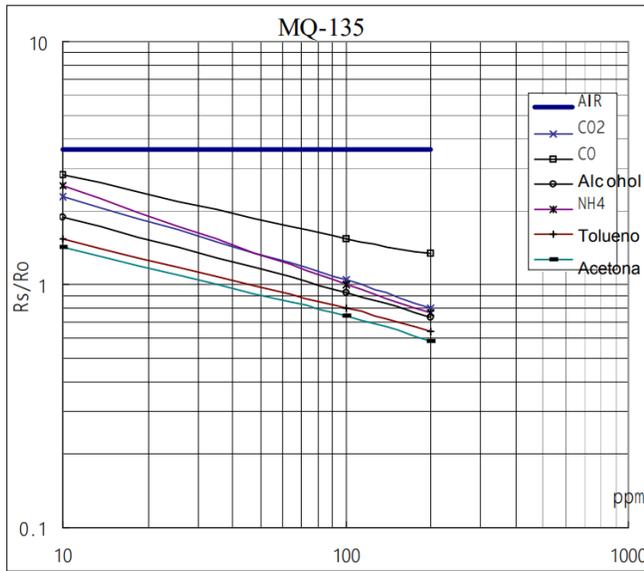


Figura 8. Características de sensibilidad del sensor MQ-135[14].

5. Desarrollo de prototipo

Los pasos previos que siguieron para el desarrollo de este prototipo constaron en:

- Buscaron los sensores mas aptos para este prototipo, ya que en el mercado existe una gran variedad de sensores de gas.
- Idearon la ide principal para el diseño del prototipo 3D
- Realizaron el diseño esquemático
- Comenzaron con el ensamblaje del prototipo

Al desarrollar este proyecto, tuvieron que realizar una investigación sobre el tema y cómo desarrollar este trabajo. Una vez teniendo esta investigación y una idea completa sobre el tema, pudieron pasar a la parte del ensamblaje de su prototipo. En este caso, utilizaron un microcontrolador Arduino. Al principio, optaron por un Arduino Uno, pero después de varias versiones del prototipo y debido a los errores que se presentaron en el desarrollo de estos, optaron por utilizar dos microcontroladores: un Arduino Giga (se podría haber utilizado un Arduino Mega) y un Arduino Uno. Esto fue porque al momento de agregar la pantalla LCD que utilizaron para este prototipo, comenzaron a tener incompatibilidades con el módulo de tarjeta SD, el cual es necesario para guardar y almacenar los datos de las diferentes muestras que los sensores de gas estarán analizando. En un futuro, estos datos almacenados en la memoria SD serán de gran ayuda para el machine learning (inteligencia artificial). Para evitar estos problemas, optaron por agregar un segundo Arduino para que, por medio de los puertos seriales (RX y TX) y se tenga comunicación entre los dos Arduinos.

El motivo por el cual pasaba este problema era por los puertos que utilizaban tanto el lector de tarjetas SD como la pantalla LCD, ya que estos dos módulos utilizaban los puertos de conexión SPI del primer Arduino. Una vez investigando más a fondo, pudieron observar que los Arduinos cuentan con dos diferentes formas de conectar los módulos a los puertos SPI. Si bien la conexión no era el problema, al momento de mandar los

datos de los módulos por separado, estos hacían lo que se había declarado en la parte de la programación. Sin embargo, al momento de mandar los datos juntos, la LCD no se pintaba y el lector de SD no se inicializaba, y mucho menos se guardaban los datos. Esto ocurría porque la transferencia de datos de ambos chocaba. Este fue el motivo principal por el cual optaron por utilizar dos microcontroladores conectados entre sí.

Conforme fue avanzando este proyecto, estuvieron observando varios problemas que causaron inconvenientes un tanto molestos. Uno de estos problemas fue el tema del almacenamiento interno del Arduino (memoria caché), otro fue el tema de la conexión por los puertos SPI, y por último, uno de los problemas que más se les complicó fue el del lector de tarjetas SD. Al agregar la memoria para el almacenamiento de los datos y al momento de querer inicializar el lector por medio de un programa en el IDE de Arduino, se toparon con el problema de que el lector de tarjetas no se inicializaba y marcaba errores que no sabían cómo solucionar. Tuvieron que investigar cómo solucionar estos problemas y, después de una larga investigación, pudieron darse cuenta de que el problema por el cual se marcaba error al inicializar el lector de memorias y al querer guardar los datos, era debido a la partición de la memoria SD. Una vez solucionado este percance, pudieron inicializar el lector de memorias y guardar los datos de los sensores.

Su prototipo está pensado para ser manejable, fácil de usar y portátil. Por eso, decidieron elaborar un diseño parecido al de una terminal de bancos. Obviamente, el prototipo tendrá cambios sustanciales para que sea acorde con sus necesidades y pueda cumplir con las demandas solicitadas. Al pensar en una terminal de tarjetas bancarias, se puede hacer alusión a algo fácil de manejar y con una portabilidad sencilla, ya que no es incómodo y es fácil de utilizar con una mano. Por eso, su idea fue crear algo similar, donde la pantalla LCD quedará en la parte superior. En la parte central, se agregarán dos botones que permitirán utilizar el menú para seleccionar entre la opción de visualizar los parámetros que envían los sensores MQ y la segunda opción para analizar la muestra de la caja de muestreo. Además de los dos botones, se agregará un interruptor para encender y apagar todo el circuito (Figura 9.)

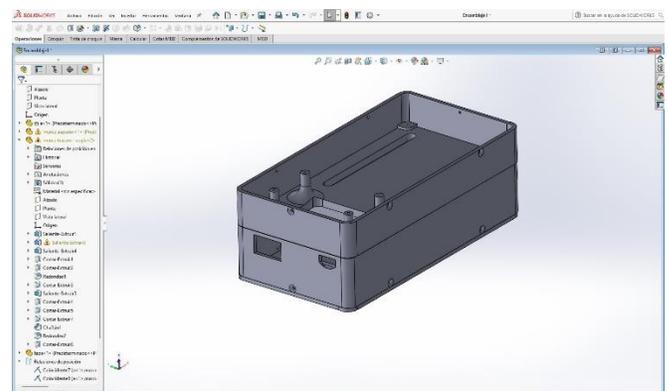


Figura 9. Modelo 3D del prototipo. Elaboración propia.

Para que pudieran llevar a cabo la conexión de todos los componentes que utilizaron, tuvieron que elaborar un diagrama de las conexiones de todos los componentes que utilizaron al

estar elaborando el prototipo. El diagrama de conexiones que elaboraron, lo elaboraron en proteus, donde realizaron la simulación de las conexiones de los componentes en los diferentes microcontroladores que utilizaron en este prototipo (Figura 10.)

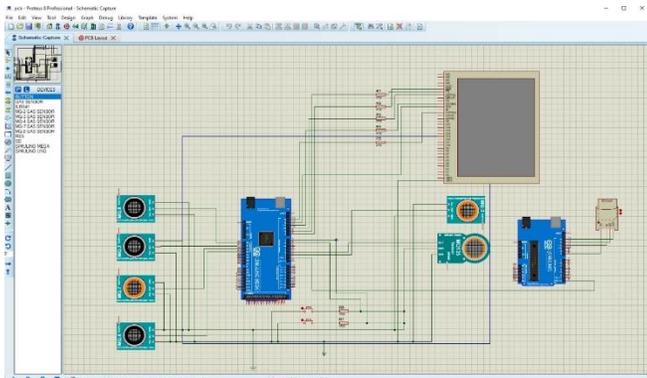


Figura 10. Diagrama de conexiones de los diferentes componentes utilizados. Elaboración propia.

En la parte interior del prototipo se encontrará toda la conexión de los microcontroladores, el Arduino Giga, Arduino uno, la conexión de los botones, el interruptor y los sensores de gas. El lector SD se busca que quede como en un celular con memoria extraíble, de modo que se pueda extraer sin necesidad de abrir todo el prototipo, y la memoria será colocada en la PC para comenzar con la parte de la inteligencia artificial. A continuación, se agregarán unas fotos de las diferentes versiones del prototipo:

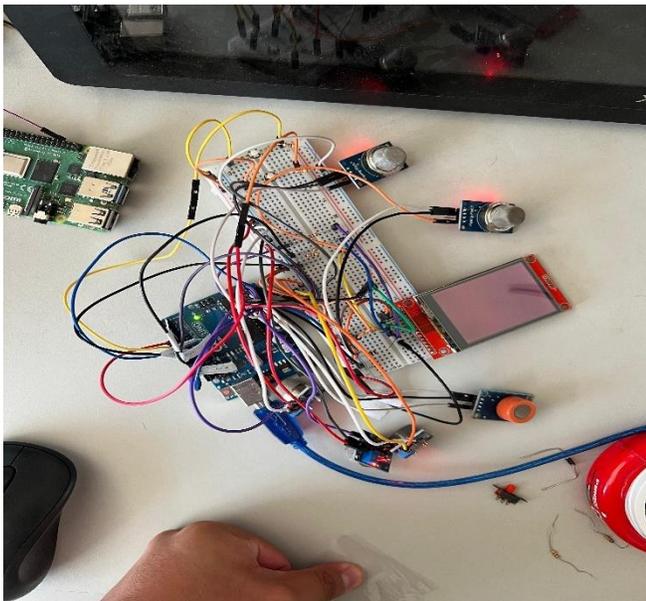


Figura 11. Primera versión del prototipo. Elaboración propia.

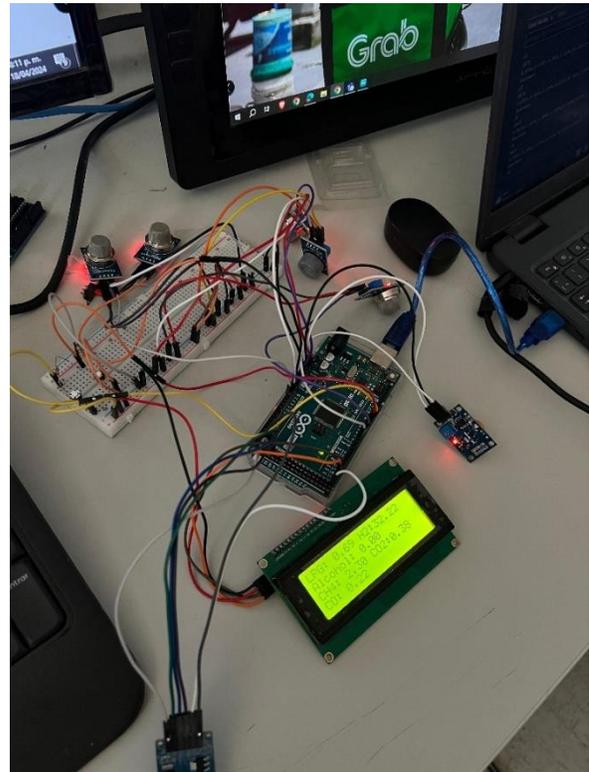


Figura 12. Segunda versión del prototipo. Elaboración propia.

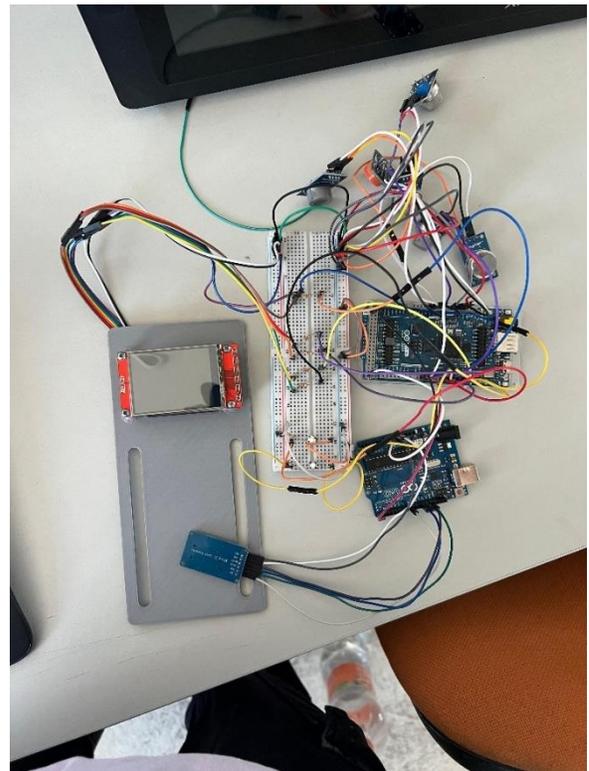


Figura 13. Tercera versión del prototipo. Elaboración propia.

Como se puede observar en las imágenes de las diferentes versiones del prototipo, tuvieron que hacer varios cambios a la idea inicial. En la primera imagen (Figura 11), la idea principal sobre el diseño del prototipo era conectar solamente los seis

sensores de gas junto a la pantalla LCD. Sin embargo, conforme las necesidades del proyecto fueron creciendo, optaron por añadir más componentes, y ahí fue cuando comenzaron la mayoría de los problemas. Antes de pensar en conectar el lector de memorias SD, planeaban pasar a la parte de machine learning, pero les indicaron que debían agregar el lector de memoria SD para el almacenamiento de los datos de las diferentes muestras utilizadas. Fue entonces cuando pasaron a la segunda versión del prototipo (Figura 12). En esta versión, y conforme a lo solicitado de agregar el lector de memorias SD, optaron por cambiar la pantalla LCD que estaban utilizando en la primera versión del prototipo, ya que tanto el lector de memoria SD como la pantalla LCD utilizaban los mismos puertos SPI, lo que provocaba incompatibilidades y errores. Pensando en esto, decidieron utilizar una pantalla I2C, ya que usa puertos diferentes y permite utilizar el lector de memorias SD sin problemas. Sin embargo, al terminar esta versión, se les informó que debían crear el prototipo con la pantalla LCD que se les había brindado al inicio del proyecto.

Fue entonces cuando pasaron a la tercera versión del prototipo (Figura 13). En esta versión, optaron por conectar dos microcontroladores (Arduino) mediante los puertos seriales. De esta manera, en el Arduino Uno se colocó únicamente el lector de memorias SD, y en el Arduino Giga, que en este caso sería el maestro, se conectó todo lo demás: sensores, botones, pantalla, etc. Esto se hizo para evitar problemas relacionados con los puertos SPI y así prevenir incompatibilidades en el prototipo. Aunque parece sencillo, tuvo sus inconvenientes, ya que tuvieron que considerar las diferentes formas de conexión maestro-esclavo que existen en Arduino, las cuales son las siguientes:

- **Conexión SPI:** Esta conexión utiliza los puertos SPI del Arduino y nos es contraproducente porque utiliza los puertos mosi, miso y sck, esto nos impediría conectar alguno de los dos módulos que utilizaremos.
- **Conexión i2c:** Esta conexión es la que más nos ayudaría para la conexión entre nuestros dos microcontroladores, ya que utiliza unos puertos que no utilizamos en nuestros microcontroladores, el único problema con esta conexión es su forma de programar y declarar ya que se tiene que realizar un cambio enorme a toda nuestra logia de programación.
- **Conexión serial:** Por último, tenemos la conexión por medio de los puertos seriales de nuestro microcontrolador (TX y RX), estos dos puertos sirven para tener una conexión más sencilla de programar y sin problemas en la conexión ya que no utilizamos estos dos puertos, además que la conexión serial también nos sirve para mandar datos desde nuestro maestro y que lo reciba el esclavo y viceversa.

El optado por esta solución les fue de gran ayuda, ya que si bien utilizaron más material del que tenían previsto, mas sin embargo fue la única manera que tuvieron para poder elaborar la idea que se les fue asignada.

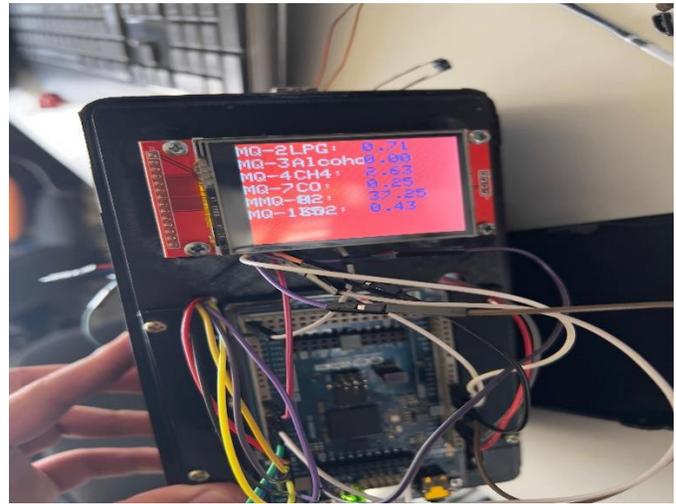


Figura 14. Cuarta y última versión del prototipo. Elaboración propia.

La última versión del prototipo está ensamblada dentro de la carcasa impresa, lo cual presentó un problema debido a la cantidad de cables jumper utilizados, los dos microcontroladores y las múltiples conexiones que requirieron resistencias, como en el caso de la pantalla LCD, donde sin estas no funcionaba correctamente. Esto generó dificultades durante el ensamblaje debido al espacio limitado para añadir una miniproto, pero lograron integrar todos los componentes y obtener un prototipo fácil de transportar y usar. Esta facilidad de uso y portabilidad es fundamental para el proyecto. En la misma imagen (Figura 14), se puede observar cómo está en funcionamiento la pantalla LCD y cómo a través de una interfaz se muestran todos los diferentes datos proporcionados por los sensores de gas MQ, mostrando cómo estos varían según las diferentes muestras.

6. Resultados

Los resultados obtenidos del estudio sobre la implementación de una nariz electrónica para la detección de diferentes gases mediante el uso de sensores MQ. Los datos recolectados proporcionan información detallada sobre la respuesta de cada sensor frente a diversos compuestos químicos, lo que permite evaluar su eficacia y precisión en la identificación de gases específicos.

En general al momento de elaborar este proyecto nos ayudo para poder darnos una idea mas clara y precisa sobre el desarrollo de un prototipo de nariz electrónica y de acuerdo a los diferentes sensores de gas a utilizar, el campo donde se desempeñará esta nariz electrónica puede cambiar y por eso es necesario el tener una investigación previa al momento de querer elaborar prototipos parecidos a estos.

Al contar con una gran variedad de sensores de gas, los cuales cuentan con su propio margen de químicos a detectar y al contar con una variedad de estos podemos abarcar una gran cantidad de sustancias químicas capaces de analizar. Esta nariz al poder analizar una gran variedad de gases no ayuda a poder estar centrada en una gran variedad de áreas de trabajo, tanto desde el área agrícola, como la alimenticia, la química, etc.

7. Discusión

Como se describe en el presente artículo, representa un avance significativo en la detección y análisis de sustancias a través de sus compuestos volátiles. La implementación de seis sensores de gas (MQ-2, MQ-3, MQ-4, MQ-7, MQ-8 y MQ-135) permitió obtener una variedad de datos precisos sobre diferentes sustancias, demostrando la capacidad de este sistema para distinguir entre diversos compuestos químicos.

La elección de sensores MQ específicos fue crucial para el éxito del proyecto. Cada sensor tiene una sensibilidad única a ciertos gases, lo que permite una detección más robusta y precisa. Por ejemplo, el MQ-2 es eficaz para detectar metano y humo, mientras que el MQ-3 es sensible al alcohol y etanol. Esta diversidad en la sensibilidad de los sensores facilitó una cobertura amplia de detección, mejorando la funcionalidad del prototipo.

La investigación previa a la implementación destacó la necesidad de múltiples sensores para obtener datos más precisos. Este enfoque multifacético es consistente con la literatura existente, donde se ha demostrado que la combinación de varios tipos de sensores puede mejorar significativamente la exactitud y fiabilidad de las lecturas olfativas. La nariz electrónica desarrollada no solo proporciona una alternativa económica y eficiente a los métodos tradicionales de análisis de gases, sino que también ofrece una solución más rápida y menos subjetiva.

Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones de la tecnología actual. Aunque la nariz electrónica puede clasificar y comparar aromas de manera efectiva, todavía enfrenta desafíos en la determinación precisa de la composición química de los olores. Además, la tecnología de sensores de gas puede ser influenciada por factores ambientales como la temperatura y la humedad, lo que puede afectar la consistencia de las lecturas.

Futuras investigaciones podrían enfocarse en mejorar la selectividad y sensibilidad de los sensores, así como en desarrollar algoritmos más sofisticados para el procesamiento de datos. La integración de inteligencia artificial y aprendizaje automático podría potencialmente mejorar la capacidad de la nariz electrónica para identificar y cuantificar compuestos específicos de manera más precisa y eficiente.

8. Conclusión

La investigación presentada en este artículo aborda el desarrollo de una nariz electrónica equipada con sensores de gas MQ para la detección de diversas sustancias a través de los gases que emiten. Este dispositivo tiene el potencial de revolucionar múltiples campos, desde la seguridad industrial hasta el control de calidad en la industria alimentaria.

El estudio detalló la selección de seis tipos de sensores MQ (MQ-2, MQ-3, MQ-4, MQ-7, MQ-8 y MQ-135), cada uno especializado en la detección de diferentes gases como metano, etanol, monóxido de carbono, hidrógeno y otros compuestos volátiles. La elección de estos sensores fue basada en una investigación previa que resaltó la necesidad de utilizar una variedad de sensores para obtener datos precisos de diferentes muestras.

La nariz electrónica se destaca por su capacidad de procesamiento rápido y su potencial para ser integrada con sistemas de inteligencia artificial (IA) para la automatización del análisis de datos. Este enfoque no solo mejora la precisión y eficiencia en la detección de sustancias, sino que también reduce la dependencia de análisis sensoriales subjetivos realizados por humanos.

La creación de este prototipo de nariz electrónica representa un avance significativo hacia la implementación de sistemas de detección más fiables y accesibles económicamente. La investigación sugiere que futuras mejoras, incluyendo la integración completa con IA, podrían permitir la automatización del proceso de análisis, ampliando aún más las aplicaciones potenciales de este dispositivo en diversos sectores industriales y científicos.

Para concluir, la nariz electrónica desarrollada en este estudio ofrece una solución innovadora y eficiente para la detección de sustancias mediante gases. Con mejoras continuas y una mayor integración tecnológica, este dispositivo tiene el potencial de convertirse en una herramienta estándar en numerosas aplicaciones prácticas, mejorando la seguridad, calidad y eficiencia en múltiples industrias.

9. Agradecimientos

Un cordial agradecimiento al centro de cooperación academia-industria, por su apoyo y el todo el equipo brindado para poder llevar a cabo este proyecto, además de agradecer a todos los coordinadores de proyectos que se encuentran en esta área, ya que gracias a sus consejos y apoyo se puede sacar adelante los proyectos. Un agradecimiento especial al Dr. Francisco Jacob Ávila Camacho por todo su apoyo en la elaboración de este artículo, sus consejos en el área, su orientación como asesor y su asistencia en el proyecto.

10. Referencias

- [1] ACEnología. (n.d.). *La ciencia del vino*. Recuperado el 18 de mayo del 2024, de https://www.acenologia.com/ciencia60_2/
- [2] Agudelo Rivera, N. J., Rodríguez Ramírez, E., Gómez Olivares, L. C., & Sánchez Quintero, J. M. (2014). Implementación y evaluación de una nariz electrónica para la detección de alcoholes lineales. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo (I2+D)*, 14(2), 21-32. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309048472002>
- [3] Arduino. (n.d.). *Arduino GIGA R1 WiFi*. Recuperado de https://content.arduino.cc/assets/Arduino_GIGA_R1_WiFi_schematics.pdf
- [4] Arduino. (n.d.). *Arduino Uno Rev3*. Recuperado de https://content.arduino.cc/assets/UNO-TH_Rev3e_sch.pdf
- [5] Brown, R., & Miller, J. (2019). The evolution of electronic noses: From GC-MS to sensor arrays. *Sensors Journal*, 19(6), 1445-1456.
- [6] Chen, Z., & Lu, C. J. (2015). Humidity sensors: A review of materials and mechanisms. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 206, 555-572.
- [7] Farsani, H. R., & Ahmadi, H. (2019). A Review on Gas Sensors Based on Conducting Polymers. *Journal of Sensors*, 2019, 1-17.
- [8] Farsani, H. R., & Ahmadi, H. (2019). A review on gas sensors based on conducting polymers. *Journal of Sensors*, 2019, 1-17.
- [8] Gardner, J. W., & Barlett, P. N. (1999). *Electronic noses: Principles and applications*. Oxford University Press.
- [9] Henan Hanwei Electronics Co., Ltd. (s.f.). *MQ-2 Gas Sensor*. Recuperado el 18 de mayo de 2024, de <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-2.pdf>

- [10] Henan Hanwei Electronics Co., Ltd. (s.f.). *MQ-3 Gas Sensor*. Recuperado el 18 de mayo de 2024, de <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/MQ-3.pdf>
- [11] Henan Hanwei Electronics Co., Ltd. (s.f.). *MQ-4 Gas Sensor*. Recuperado el 18 de mayo de 2024, de <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-4.pdf>
- [12] Henan Hanwei Electronics Co., Ltd. (s.f.). *MQ-7 Gas Sensor*. Recuperado el 18 de mayo de 2024, de <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>
- [13] Henan Hanwei Electronics Co., Ltd. (s.f.). *MQ-8 Gas Sensor*. Recuperado el 18 de mayo de 2024, de <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-8.pdf>
- [14] Henan Hanwei Electronics Co., Ltd. (s.f.). *MQ-135 Gas Sensor*. Recuperado el 18 de mayo de 2024, de <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-135.pdf>
- [15] Moreno, H. P., & Gómez, L. P. (2016). Implementación de una nariz electrónica para la detección de contaminantes en el aire. *Revista Ingeniería Ambiental*, 26(2), 115-123. Recuperado de https://www.academia.edu/23456789/Implementación_de_una_Nariz_Electrónica_para_la_Detección_de_Contaminantes_en_el_Aire
- [16] Moreno, I., Caballero, R., Galán, R., Matía, F., & Jiménez, A. (2009). La nariz electrónica: Estado del arte. *Revista RIAI*
- [17] Parra Zuluaga, C. A., & Aristizábal Maya, J. D. (2020). La nariz electrónica: Una novedosa herramienta para el control de procesos y calidad en la industria agroalimentaria. *Revista de Tecnología Agroindustrial*, 12(3), 56-67. Recuperado de https://www.academia.edu/43170287/La_Nariz_Electrónica_Una_Novedosa_Herramienta_Para_El_Control_De_Procesos_y_Calidad_en_La_Industria_Agroalimentaria
- [18] Patil, S. B., & Kumbar, S. G. (2018). Gas detection using semiconductor sensor: A review. *Materials Today: Proceedings*, 5(1), 11098-11102.
- [19] Persaud, K., & Dodd, G. (1982). Analysis of patterns of response of a gas sensor array to volatile organic compounds. *Nature*
- [20] Pinheiro, C., et al. (2002). Figura 1. La nariz electrónica y el sistema del olfato humano. *ResearchGate*. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-La-nariz-electronica-y-el-sistema-del-olfato-humano-Pinheiro-et-al-2002_fig1_228937186
- [21] Rodríguez, J. A., & Rodríguez, M. J. (2011). Implementación de una nariz electrónica para detectar compuestos orgánicos volátiles en el aliento humano. *Revista Colombiana de Física*, 43(1), 45-54. Recuperado de <https://www.scielo.org.co/pdf/rcf/v43n1/v43n1a06.pdf>
- [22] Tiemann, M. (2019). Porous Metal Oxides as Gas Sensors. *Chemistry: A European Journal*, 15(22), 11692-11700.
- [23] RUVI. (n.d.). *Nariz electrónica para el diagnóstico rápido de enfermedades respiratorias*. Recuperado el 18 de mayo del 2024, de <https://ruvid.org/nariz-electronica-para-el-diagnostico-rapido-de-enfermedades-respiratorias/>
- [24] Sharma, D., & Anil, K. (2017). Performance analysis of MQ sensors for gases/liquids. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 8(6), 92-98.
- [25] Smith, A., & Norman, P. (2020). Advances in gas chromatography and mass spectrometry for odor analysis. *Journal of Analytical Chemistry*, 92(5), 2553-2563.
- [26] Tiemann, M. (2019). Porous metal oxides as gas sensors. *Chemistry: A European Journal*, 15(22), 11692-11700.

Sistema de purificación y generación de oxígeno portátil e inteligente mediante el uso de algas marinas

Portable and intelligent oxygen generation and purification system using seaweeds.

Alejandro Palani Iturburu-Saavedra ^{a, b}, Francisco Jacob Ávila-Camacho ^{a, b}, Leonardo Miguel, Moreno-Villalba ^{a, c}

^a Centros de Cooperación Academia Industria, TecNM / Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 55210, Estado de México, México.

^b División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, TecNM / Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 55210, Estado de México, México

^c División de Ingeniería Informática, TecNM / Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 55210, Estado de México, México

Resumen

Este artículo presenta el desarrollo de un sistema de purificación y generación de oxígeno portátil e inteligente utilizando algas marinas. El sistema está diseñado para mejorar la calidad del aire y adaptarse automáticamente a las necesidades de las algas, manteniendo su proceso de purificación mediante la medición de niveles de luz y la oxigenación de las algas. También incluye la transmisión de datos de CO₂ y O₂ vía Wi-Fi a un repositorio público. Los resultados muestran una significativa reducción en los niveles de CO₂ y un aumento en la concentración de O₂ en diversos entornos de prueba, demostrando la eficacia y viabilidad del sistema propuesto. Una de las soluciones más prometedoras es el uso de algas marinas, organismos fotosintéticos con la capacidad de absorber dióxido de carbono (CO₂) y liberar oxígeno (O₂). Además de contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero, las algas marinas mejoran la calidad del aire, lo cual es vital en entornos urbanos y cerrados. Este artículo describe el desarrollo de un sistema de purificación y generación de oxígeno portátil e inteligente que utiliza algas marinas.

Palabras clave: Algas marinas, calidad del aire, generación de oxígeno, purificación de aire, sistema inteligente.

Abstract

This article presents the development of a portable and intelligent oxygen purification and generation system using seaweed. The system is designed to improve air quality and adapt automatically to the needs of the algae, maintaining its purification process by measuring light levels and oxygenating the algae. It also includes the transmission of CO₂ and O₂ data via Wi-Fi to a public repository. The results show a significant reduction in CO₂ levels and an increase in O₂ concentration in various test environments, demonstrating the effectiveness and viability of the proposed system. One of the most promising solutions is the use of seaweed, photosynthetic organisms with the ability to absorb carbon dioxide (CO₂) and release oxygen (O₂). In addition to contributing to the reduction of greenhouse gases, seaweed improves air quality, which is vital in urban and enclosed environments. This article describes the development of a portable and intelligent oxygen purification and generation system using seaweed.

Keywords: Seaweed, air quality, oxygen generation, air purification, intelligent system.

1. Introducción

La calidad del aire es un factor crucial para la salud humana y el bienestar ambiental, enfrentando desafíos globales derivados de la contaminación atmosférica, generada principalmente por actividades industriales, tráfico vehicular y otros factores antropogénicos, afectando a millones de personas. En respuesta a esta problemática, se han explorado

diversas soluciones tecnológicas y naturales para purificar el aire [14].

Aunque existen más microorganismos que incrementan la producción de oxígeno como los son las cianobacterias que en condiciones de estrés incrementan la producción de especies reactivas y oxígeno (ERO).

El sistema está diseñado para ser altamente eficiente y adaptable, incorporando sensores para monitorear los niveles de luz, CO₂ y O₂, y mecanismos para oxigenar y mantener iluminadas las algas. Además, el sistema transmite datos en

*Autor para la correspondencia: josejuan@dominio1.edu.mx

Correo electrónico: josejuan@dominio1.edu.mx (José-Juan Sotelo-Ibarra), gabysanchez@dominio2.edu.mx (Gabriela Sánchez-Manríquez), Esta área se llena cuando el manuscrito se aceptado con los nombres completos y correos de todos los autores.

tiempo real a un servidor web, permitiendo un monitoreo continuo y remoto de su desempeño.

Los resultados obtenidos en diversas pruebas demuestran que el sistema puede reducir significativamente los niveles de CO₂ y aumentar la concentración de O₂, subrayando su potencial como una solución innovadora y sostenible para mejorar la calidad del aire en distintos ambientes.

1.1. Algas Marinas

Las algas marinas juegan un papel importante en los ecosistemas costeros. Estas plantas marinas son alimento y refugio para otras especies en el mar. Limpian las aguas costeras removiendo nutrientes excesivos de aguas de escorrentía. También absorben dióxido de carbono del agua y esto protege animales con conchas (como ostras) de los impactos de la acidificación del océano [27].

Desde el punto de vista ecológico, las algas cumplen un rol extremadamente importante. Son la base de las tramas tróficas, producen oxígeno que permite la respiración de muchos de los organismos que viven en los ambientes acuáticos, absorben CO₂, sirven como zonas de refugio y hábitat para miles de especies. Muchas especies pueden además absorber contaminantes orgánicos desde el agua de mar. [25].

El fitoplancton presente en los océanos (y no los bosques, como se cree habitualmente) producen entre el 50% y el 85 % del oxígeno que se libera cada año a la atmósfera [26].

1.2. Las Microalgas

Las algas marinas son poderosos agentes naturales de purificación del aire, gracias a su capacidad única para absorber dióxido de carbono (CO₂) y liberar oxígeno (O₂) a través de la fotosíntesis. En entornos urbanos y cerrados, donde la contaminación atmosférica es prevalente debido a actividades humanas, el papel de las algas en la mejora de la calidad del aire es crucial [13,15].

El océano absorbe aproximadamente el 30% del CO₂ antropogénico (IPCC, 2013), mitigando el calentamiento global de manera profunda. Sin embargo, los mecanismos biológicos para el secuestro de carbono a largo plazo en el océano son no se entiende completamente [3].

La fotosíntesis es uno de los procesos más importantes del planeta. Depende de la luz solar, por lo que sólo puede producirse durante las horas de luz. Durante la fotosíntesis, la célula encargada de la fotosíntesis en las algas y demás plantas fotosintéticas absorbe dióxido de carbono, luz solar y agua, y produce oxígeno y energía en forma de glucosa. Sin embargo, ésta no es la única forma en que las plantas pueden producir energía [5,7].

Ecosistema	Kcal g ⁻¹ m ⁻²	gC m ⁻² año ⁻¹	g m ⁻² año ⁻¹
Bosque templado de hojas caducas	5.000		600 – 2500
Selva tropical	15.000	1.300	1.000 – 3.500
Pradera de hierbas	2.000	1.500	2.000 – 1.500
Desierto	500		10 – 250
Pantano costero	12.000		800 – 3.500
Océano cerca de la orilla	2.500		
Océano abierto	800		2 – 400
Arrecifes y praderas de algas			500 – 4.000
Estuarios			200 – 3.500
Plancton zona costera		20 - 40	
Plancton mar abierto		10 - 20	
Laminaria, Canadá		1.300 - 1.900	
Macrocystis, Océano Indico		1.200 - 2.000	
Thalassia, Caribe		600 - 800	
Macrocystis, California		400 - 700	
Spartina, Atlantico USA		100 - 350	
Zostera, Washington		50 - 300	
Zostera, Alaska		30- 1500	

Fig. 1

Productividad neta estimada de ciertos ecosistemas, algas y pastos marinos [9].

Paralelamente a la fotosíntesis, las plantas también respiran de manera similar a los seres humanos. Durante la respiración, las células de las algas absorben oxígeno y producen dióxido de carbono, en un proceso continuo que ocurre en cada minuto del día. En días soleados, las algas al igual que las demás plantas fotosintéticas realizan la fotosíntesis más rápida de lo que respiran, por lo que en esos días se considera que producen oxígeno neto, o sea que producen más oxígeno mediante la fotosíntesis que el que absorben por la respiración.[7].

Los días nublados plantean más problemas a los ecosistemas acuáticos, ya que la cantidad de fotosíntesis que realizan se ve reducida, y la respiración de las algas puede hacer que el lago sufra una escasez de oxígeno de tal magnitud que se produzca mortandad de peces e incluso de algas.[6].

El desarrollo de sistemas de purificación y generación de oxígeno basados en algas marinas ofrece una solución innovadora y sostenible para abordar los problemas de calidad del aire. Estos sistemas no solo reducen las emisiones de CO₂ y mejoran la calidad del aire, sino que también tienen aplicaciones prácticas en una variedad de entornos contribuyendo así a un ambiente más limpio y saludable para todos.

Una de las mayores amenazas que pesa sobre nuestro planeta es el Cambio Climático cuya causa principal es el calentamiento global de la tierra por la emisión de gases de efecto invernadero, los cuales proceden principalmente de los combustibles - petróleo, gas y carbón – destinados entre otros fines a producir electricidad y utilizados principalmente en calefacción, refrigeración y transporte [1].

El cambio climático es la modificación de la temperatura y del resto de variables del clima, que se está produciendo con una velocidad e intensidad sin precedentes en la historia de la humanidad, como consecuencia de la actividad humana [23].

1.3. Emisión de CO₂

Las emisiones mundiales de dióxido de carbono relacionadas con la energía aumentaron un 6 % en 2021, hasta alcanzar los 36 300 millones de toneladas, su nivel más alto de la historia, ya que la economía mundial se recuperó con fuerza de la crisis de COVID-19 y dependió en gran medida del carbón para impulsar ese crecimiento.

1.4. ¿Qué impacto tienen las emisiones de gas en el mundo?

Si no logramos un cambio de conciencia y de acciones pronto, las consecuencias en el futuro cercano serán enormes:

- Es necesario hacer una reducción drástica en esta década para evitar en la mayor medida posible los riesgos causados en la atmósfera.
- Estos riesgos pueden ser desde problemas de abastecimiento de comida, debido al colapso de las cosechas por exceso de altas o bajas temperaturas.
- Puede existir la disminución de agua potable, lo que desencadenaría un fuerte aumento de su valor.
- El nivel del mar aumentaría de forma incontrolable y la extinción de especies o desaparición completa de ecosistemas sería inminente [24].

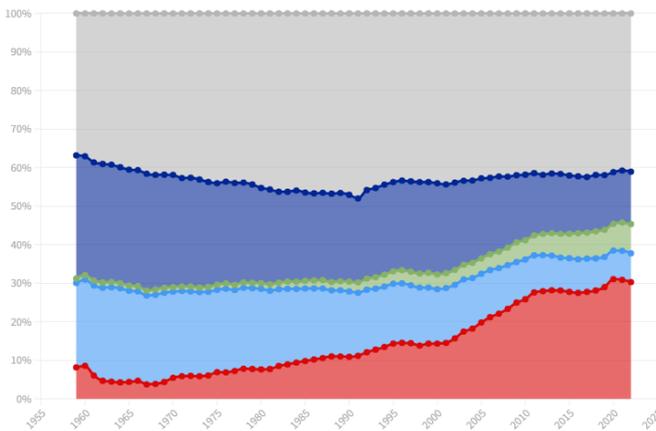


Fig. 2. Porcentaje que representan las emisiones de CO₂ en el mundo según origen [21].

La actividad diaria de la ciudad genera una gran cantidad de sustancias que modifican la composición natural del aire. La quema de combustibles fósiles para el transporte y la generación de energía, tanto a nivel industrial como doméstico, produce miles de toneladas de contaminantes que diariamente son emitidos a la atmósfera. Los vehículos son la principal fuente de emisión, le siguen en importancia las fuentes de área, la industria, los hogares y las emisiones de fuentes naturales (biogénicas) [2].



Fig. 3. Evolución de las emisiones de CO₂ en el mundo [22].

2. Materiales y Método

2.1. Diseño del Circuito

El sistema consiste en un circuito el cual mide los gases específicos dentro del entorno cada 30 segundos, tales datos son mostrados en pantalla y a la vez son enviados vía Wifi a un servidor web para ser posteriormente procesados.

El circuito está armado con los siguientes componentes:

Sensores MQ135: Dos sensores MQ135 se utilizan para medir los niveles de CO₂ en el aire. Uno se coloca en la entrada del aire al acuario para registrar los niveles iniciales de CO₂, y el otro en la salida para medir el aire purificado.

Se implementó específicamente el sensor MQ-135 por su versatilidad y sensibilidad a diferentes gases, es la siguiente tabla podemos ver más acerca de sus características:

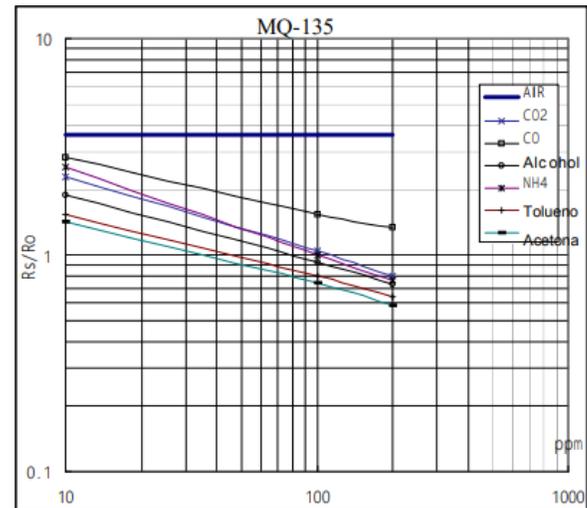


Fig. 4. Características de sensibilidad del MQ-135[22].

Sensor ME2-O2-Φ20: Este sensor específico se utiliza para el oxígeno, mide la concentración de O₂ generada por las algas.

Se utilizó este sensor al comparar las diferentes especificaciones entre sensores llegamos a la conclusión que sería el más apropiado para este proyecto.

En la siguiente figura se puede observar el comportamiento al medir la calidad del aire, podemos observar tanto la sensibilidad, respuesta y recuperación de datos:

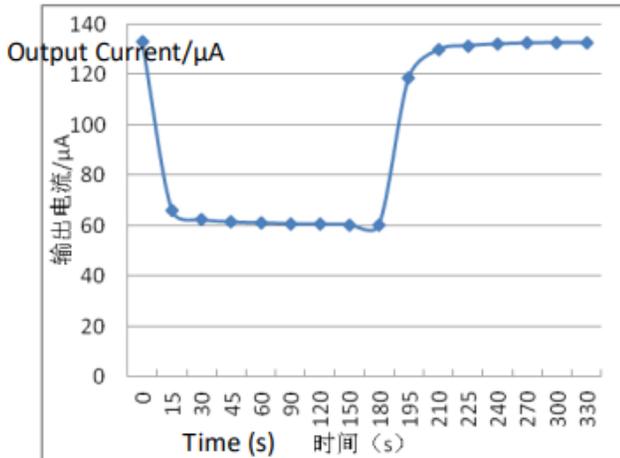


Fig. 5. Características de Sensibilidad, respuesta y recuperación. [23].

- *Pantalla OLED*: Una pantalla OLED muestra las lecturas en tiempo real de los niveles de CO_2 y O_2 .
- *Mini Protoboard*: Se utiliza un mini protoboard para conectar y organizar los componentes electrónicos.
- *Arduino Uno R4 Wifi*: Arduino® UNO R4 Wifi es la primera placa UNO que cuenta con un microcontrolador de 32 bits y un ESP32-S3 Wi-Fi
- Módulo (ESP32-S3-MINI-1-N8). Cuenta con un microcontrolador de la serie RA4M1 de Renesas (R7FA4M1AB3CFM#AA0).[23]

2.2. Integración del Acuario

El circuito se integra en un "acuario" especialmente diseñado para contener las algas marinas. Este entorno controlado facilita el proceso de purificación del aire mediante los siguientes mecanismos:

Oxigenación Artificial: Mangueras y agitadores magnéticos oxigenan las algas, asegurando que reciban suficiente oxígeno para realizar la fotosíntesis de manera óptima.

Iluminación Controlada: Sensores de luz detectan los niveles de luminosidad en el acuario. Si se detecta un nivel de oscuridad por debajo del umbral establecido, se activan LED para mantener las algas iluminadas, facilitando su actividad fotosintética.



Fig. 6. Fotografía del Acuario

2.3. Proceso de Monitoreo y Transmisión de Datos

Lectura de Sensores: El circuito lee las lecturas de los sensores de CO_2 y O_2 cada 30 segundos.

Transmisión de Datos: Los datos recopilados se envían vía Wi-Fi a un servidor web programado en Node.js utilizando Visual Studio Code.

Procesamiento y Almacenamiento: El servidor web recibe y procesa los datos, enviándolos posteriormente a una base de datos MySQL.

Visualización en Aplicación Web: Mediante una función GET, los datos almacenados en la base de datos se recuperan y se muestran en tiempo real en una aplicación web desarrollada para este propósito.

2.4. Evaluación de Desempeño

Se realizaron pruebas exhaustivas dentro del acuario para evaluar la eficiencia del sistema en la absorción de CO_2 y la producción de O_2 . Durante las pruebas, se registraron los niveles de CO_2 y O_2 antes y después del paso del aire por el acuario, permitiendo verificar la eficacia del sistema en la purificación del aire. Los resultados mostraron una significativa reducción en los niveles de CO_2 y un incremento en la concentración de O_2 , demostrando la viabilidad y efectividad del sistema propuesto.

2.5. Funcionamiento General del Sistema

El sistema está diseñado para funcionar de manera autónoma y adaptativa. El microcontrolador ajusta las condiciones de luz y oxigenación según las necesidades

detectadas por los sensores. Los datos en tiempo real permiten un monitoreo continuo y una rápida respuesta a cualquier cambio en el entorno, garantizando una operación eficiente y sostenida de la purificación del aire.

2.6. Comparación con otras tecnologías de purificación de aire

A continuación, se presenta una comparación entre el sistema propuesto basado en algas marinas y otras tecnologías de purificación de aire:

- 1) **Filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air):**
 - a) **Funcionamiento:** Los filtros HEPA capturan partículas finas, como polvo, polen, y otros alérgenos.
 - b) **Ventajas:** Alta eficiencia en la captura de partículas no requiere energía para la captura de contaminantes.
 - c) **Desventajas:** No elimina gases como CO₂ y VOCs (compuestos orgánicos volátiles), requiere reemplazo periódico del filtro.
 - d) **Comparación:** A diferencia del sistema basado en algas marinas, los filtros HEPA no contribuyen a la reducción de CO₂ ni a la generación de oxígeno. El sistema de algas es más sostenible al ofrecer una solución biológica que mejora la calidad del aire de manera integral.
- 2) **Purificadores de aire con luz UV:**
 - a) **Funcionamiento:** Utilizan luz ultravioleta para destruir microorganismos y descomponer ciertos contaminantes químicos.
 - b) **Ventajas:** Eficaz contra microorganismos, bajo mantenimiento.
 - c) **Desventajas:** No elimina partículas ni gases como CO₂, posible emisión de ozono, que puede ser perjudicial.
- 3) **Comparación:** Aunque efectivos contra microorganismos, los purificadores UV no abordan la eliminación de CO₂ ni la generación de oxígeno. El sistema de algas no solo purifica el aire de partículas y microorganismos, sino que también contribuye a la reducción de gases de efecto invernadero.
- 4) **Purificadores de aire con carbón activado:**
 - a) **Funcionamiento:** El carbón activado adsorbe contaminantes químicos y olores.
 - b) **Ventajas:** Eficaz en la eliminación de VOCs y olores, relativamente económico.
 - c) **Desventajas:** No elimina partículas ni microorganismos, requiere reemplazo periódico del carbón.
 - d) **Comparación:** El sistema de algas marinas ofrece una solución más completa al purificar el aire de partículas, microorganismos y gases como el CO₂,

además de generar oxígeno, algo que los purificadores de carbón activado no pueden hacer.

- 5) **Sistemas de ventilación mecánica:**
 - a) **Funcionamiento:** Intercambian aire interior con aire exterior mediante ventiladores y conductos.
 - b) **Ventajas:** Mejora la ventilación y reduce la concentración de contaminantes internos.
 - c) **Desventajas:** Dependen de la calidad del aire exterior, pueden ser costosos en términos de energía.
 - d) **Comparación:** Los sistemas de ventilación no son efectivos si la calidad del aire exterior es mala. El sistema de algas marinas es independiente de la calidad del aire exterior y mejora activamente la calidad del aire interior mediante procesos biológicos sostenibles.

3. Resultados

3.1 Eficiencia del Sistema

El sistema desarrollado demostró ser eficaz en la purificación del aire, mostrando una significativa reducción en los niveles de CO₂ y un aumento en la concentración de O₂ dentro del acuario. Los datos de las pruebas indican que el sistema podía ajustarse automáticamente a las condiciones de cambio de luz, manteniendo una alta eficiencia en la absorción de CO₂ y la generación de O₂. A continuación, se detallan los resultados obtenidos en las pruebas realizadas:

A. Reducción de CO₂

Las pruebas mostraron una significativa reducción en los niveles de CO₂ en el acuario, se redujeron en un 40% después de tres horas de funcionamiento continuo del sistema.

B. Aumento de O₂

La concentración de oxígeno también mostró un aumento notable a concentración de O₂ aumentó en un 12% tras una hora de funcionamiento.

3.2. Adaptabilidad del Sistema

El sistema mostró una notable capacidad para adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes. Los sensores MQ-135 y de O₂ permitieron al sistema ajustar sus operaciones en tiempo real para maximizar la purificación del aire. Por ejemplo, en un entorno con fluctuaciones en los niveles de CO₂ debido a la presencia de múltiples personas, el sistema respondió aumentando la actividad fotosintética de las algas marinas.

3.3. Integración de IoT

La integración del sistema con tecnologías IoT fue exitosa, permitiendo el monitoreo en tiempo real y la recopilación de datos históricos. Los datos recopilados se almacenaron en un

servidor web y se visualizaron a través de una aplicación web, lo que facilitó el análisis continuo y la mejora del sistema. Esta capacidad de monitoreo y análisis en tiempo real es crucial para aplicaciones prácticas del sistema en diversas situaciones.

3.4. *Consistencia y Eficiencia*

Las pruebas indicaron que el sistema mantiene una alta eficiencia en la absorción de CO₂ y la generación de O₂, incluso con cambios en las condiciones del acuario. Los sensores de luz y los mecanismos de oxigenación artificial aseguraron que las algas marinas se mantuvieran en condiciones óptimas para realizar la fotosíntesis continuamente.

3.5. *Mantenimiento de Condiciones optimas*

El sistema de iluminación con LED y los agitadores magnéticos para oxigenación se activaron eficientemente en respuesta a las condiciones de luz y oxígeno en el acuario. Esto garantizó que las algas marinas mantuvieran su capacidad de purificación del aire, adaptándose a los cambios en el entorno y manteniendo su desempeño.

La sección de resultados es la parte más importante del artículo, aunque en la mayoría de los casos es la sección más corta. En el primer párrafo de esta sección resume en una frase concisa, clara y directa, el hallazgo principal del estudio.

Los hallazgos se deben limitar a los datos que se vinculan con los objetivos de la investigación.

Los resultados se presentan en orden lógico y sucesivo en que fueron encontrados, con la idea de que sean comprensibles y coherentes por sí mismos dado que representan los nuevos conocimientos que se están aportando con la investigación. Desde ese punto de vista se describen los hallazgos que incluso son contrarios a la hipótesis dado que le dan seriedad y credibilidad al trabajo. La sección de resultados se redacta en tiempo pasado.

4. **Discusión**

El sistema de purificación y generación de oxígeno portátil e inteligente basado en algas marinas demostró ser eficaz en diversas pruebas. La reducción significativa en los niveles de CO₂ y el aumento en la concentración de O₂ validan la capacidad del sistema para mejorar la calidad del aire en entornos controlados. Además, la adaptabilidad automática del sistema a las condiciones ambientales cambiantes refuerza su aplicabilidad práctica en diferentes escenarios.

Una consideración importante es la eficiencia de los sensores utilizados. Los sensores MQ-135, si bien económicos y accesibles, presentan algunas limitaciones en precisión que podrían mejorarse con sensores de mayor calidad en futuras iteraciones del sistema. Sin embargo, los resultados obtenidos son prometedores y sugieren que las algas marinas pueden ser una solución viable para problemas de contaminación del aire.

Otro aspecto relevante es la integración del sistema con tecnologías de Internet de las Cosas (IoT). La capacidad del sistema para enviar datos en tiempo real a un servidor web y almacenar estos datos para su análisis posterior permite un monitoreo continuo y una mejora constante basada en datos históricos. Este enfoque no solo aumenta la transparencia en los resultados obtenidos, sino que también facilita la investigación y el desarrollo continuo.

Es importante mencionar que el uso de algas marinas como biofiltros presenta ventajas y desafíos. Las algas son organismos robustos capaces de adaptarse a diferentes condiciones ambientales, pero su mantenimiento requiere ciertas condiciones específicas de luz y nutrientes que deben ser gestionadas adecuadamente para asegurar su efectividad a largo plazo. Además, el desarrollo de un sistema cerrado que minimice la evaporación y la contaminación externa es crucial para mantener la eficiencia del proceso de fotosíntesis y la generación de oxígeno.

5. **Conclusiones**

5.2. *Eficacia del Sistema*

El sistema de purificación y generación de oxígeno portátil e inteligente basado en algas marinas ha demostrado ser una solución eficaz para mejorar la calidad del aire en diversos entornos. Las pruebas han mostrado una reducción significativa de los niveles de CO₂ y un aumento notable en la concentración de O₂, validando la capacidad del sistema para cumplir con sus objetivos.

5.3. *Innovación y Aplicabilidad*

La integración con tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) ha permitido el monitoreo continuo y la adaptabilidad del sistema a condiciones ambientales cambiantes. Esta capacidad de ajuste automático es crucial para aplicaciones prácticas en diferentes escenarios, desde áreas urbanas con alta contaminación hasta entornos cerrados como oficinas y hogares.

La posibilidad de visualizar y analizar datos en tiempo real a través de una aplicación web agrega un valor significativo, facilitando la gestión y optimización del sistema.

5.4. *Ventajas y Desafíos*

El uso de algas marinas como biofiltros presenta varias ventajas, incluyendo su capacidad para realizar fotosíntesis y generar oxígeno de manera sostenible. Sin embargo, el mantenimiento de estas algas requiere condiciones específicas de luz y nutrientes, lo que representa un desafío que debe ser gestionado adecuadamente.

La eficiencia de los sensores MQ-135 utilizados en el sistema también puede mejorarse mediante la implementación de sensores de mayor calidad en futuras versiones del dispositivo.

5.5. Perspectivas Futuras

Los resultados obtenidos son prometedores, pero el sistema aún tiene margen para mejoras. Las futuras iteraciones del proyecto podrían enfocarse en optimizar la precisión de los sensores y asegurar un mantenimiento eficiente de las algas marinas. Además, explorar la posibilidad de utilizar otros tipos de algas o combinar diversas especies podría incrementar aún más la eficacia del sistema.

5.6. Análisis de Resultados

Los resultados indican que el sistema es altamente eficaz en la purificación del aire, logrando reducir significativamente los niveles de CO₂ y aumentar la concentración de O₂ en el acuario. La adaptabilidad del sistema a las condiciones cambiantes, gracias a los sensores de luz y los mecanismos de oxigenación, asegura un funcionamiento continuo y eficiente. Estos resultados subrayan el potencial del sistema para aplicaciones prácticas en entornos controlados, ofreciendo una solución innovadora y sostenible para mejorar la calidad del aire.

El éxito del sistema en estas pruebas sugiere que puede ser una herramienta valiosa para combatir la contaminación del aire, especialmente en áreas cerradas o con poca ventilación. Además, la capacidad de monitoreo remoto y la transmisión de datos en tiempo real permiten una supervisión continua del rendimiento del sistema, facilitando su mantenimiento y optimización.

6. Conclusión

En resumen, el desarrollo de este sistema representa un avance significativo en la tecnología de purificación y generación de oxígeno utilizando algas marinas. La combinación de biotecnología e IoT ofrece una solución innovadora y práctica para combatir la contaminación del aire. Con continuas mejoras y adaptaciones, este sistema tiene el potencial de ser una herramienta valiosa para mejorar la calidad del aire y promover un ambiente más saludable y sostenible.

7. Agradecimientos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Centro de Cooperación Academia-Industria (CCAI-TESE) por su apoyo invaluable durante la realización de este estudio. Su compromiso con la investigación y la colaboración entre la academia y la industria ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo.

Asimismo, deseo agradecer al Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec por brindarme el entorno académico y los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación. Su compromiso con la excelencia académica y la innovación ha sido una fuente constante de inspiración.

Finalmente, quiero expresar mi gratitud a la División de Ingeniería en Sistemas Computacionales por su apoyo y orientación a lo largo de este proyecto. Su experiencia y conocimientos han enriquecido enormemente este trabajo y han contribuido significativamente a su éxito.

Finalmente, agradezco a todos los asesores asignados que me guiaron, apoyaron, sus valiosos comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar este manuscrito.

Sin el apoyo de estas instituciones, este estudio no habría sido posible. Agradezco sinceramente su colaboración y dedicación.

8. Referencias

- [1] García, M. J. (2010). Estudio de caso: Implementación de tecnologías sostenibles en comunidades rurales. CEIGRAM. https://ceigram.upm.es/wp-content/uploads/2020/07/2010_TFC_García_MJ.pdf
- [2] Comisión Ambiental de la Megalópolis. (s.f.). Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México. Recuperado de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27ZaBhnmI=%27>
- [3] Copernicus Publications. (2014). Biogeosciences Discussions Supplement. <https://bg.copernicus.org/preprints/11/C4670/2014/bgd-11-C4670-2014-supplement.pdf>
- [4] National Library of Medicine. (2002). Neuropharmacology and behavior. PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12324277/>
- [5] LG Sonic. (s.f.). Guía de las algas. Recuperado de <https://www.lgsonic.com/es/guia-de-las-algas/>
- [6] Bertilsson, S., & Jones, A. B. (2003). Redfield revisited: Variability of C:N:P in marine microalgae and its biochemical basis. GEOMAR. <https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/887/1/Redfield%20revisited%20variability%20of%20C%20N%20P%20in%20marine%20microalgae%20and%20its%20biochemical%20basis.pdf>
- [7] García, J. M. (2008). Estudio de la biodiversidad marina en el Pacífico Mexicano. CICESE. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1338/1/TESES%20OCTUBRE.pdf>
- [8] Rodríguez, P. E., & González, A. M. (2010). Efectos de las mareas en el crecimiento del fitoplancton. Revista de Biología Tropical, 58(2), 501-515. <https://www.redalyc.org/pdf/449/44920889008.pdf>
- [9] Gómez, L. R. (2012). Estudio de la flora vascular en zonas áridas. Libro FV. http://www.biouls.cl/librofv/web/pdf_word/Capitulo%2011.pdf
- [10] Álvarez, F. J. (2014). Estrategias de manejo sostenible en ecosistemas acuáticos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42491>
- [11] National Library of Medicine. (2014). Role of environmental stress in the etiology of psychiatric disorders. PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24754449/>
- [12] Pérez, R. G. (2015). Uso de esporas como alternativa de propagación masiva de macroalgas. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/280320370_Uso_de_esporas_como_alternativa_de_propagacion_masiva_de_macroalgas
- [13] Dayton, M. J. (2014). Ecological impacts of invasive algae species. OhioLINK. https://etd.ohiolink.edu/acprod/odb_etd/ws/send_file/send?accession=dayton1418994496&disposition=inline

- [14] Universidad de Michigan. (2015). Variaciones en el oxígeno en la atmósfera de la Tierra. <https://espanol.umich.edu/noticias/2015/06/12/variaciones-en-el-oxigeno-en-la-atmosfera-de-la-tierra-alteraron-significativamente-el-clima-global-a-traves-de-la-historia-del-planeta/>
- [15] Instituto de Genética Biología Molecular. (2022). Revista de la Sociedad de Genética. <https://igbmgenetica.com/revista-rdgbm/>
- [16] Hernández, F. J. (2013). Análisis de la biodiversidad en el Golfo de California. CIBNOR. https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/39/1/hernandez_f.pdf
- [17] Jørgensen, P. M., & León, B. (2018). Código de nomenclatura botánica de Shenzhen. Jolube Consultor Botánico. https://jolube.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/08/codigo_nomenclatura_botanica_shenzhen2018.pdf
- [18] Winsen. (s.f.). *ME2-O2-Φ20 Oxygen Sensor Manual*. Recuperado de https://www.winsen-sensor.com/d/files/manual/me2-o2-φ20.pdf?campaignid=20415298540&adgroupid=&feeditemid=&targetid=&device=c&creative=&keyword=&gad_source=1&gclid=EAIAIQobChMI8o_axN-chgMVYtBUAR09SwOxEAAyAAEgJBKvD_BwE
- [19] Hanwei Electronics. (s.f.). *MQ-135 Gas Sensor Datasheet*. Recuperado de https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MQ-135_Hanwei.pdf
- [20] Arduino. (s.f.). *ABX00087 Datasheet*. Recuperado de <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/ABX00087-datasheet.pdf>
- [21] EPData. (n.d.). El cambio climático, en datos y gráficos. EPData. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://www.epdata.es/datos/cambio-climatico-datos-graficos/447>
- [22] EPData. (n.d.). Evolución de las emisiones de CO₂ en el mundo. EPData. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://www.epdata.es/evolucion-emisiones-co2-mundo/8a003cc7-fe0b-4740-82e7-5aba738b8c09>
- [23] UNFCCC. (2022, marzo 14). Las emisiones mundiales de CO₂ repuntaron en 2021 hasta su nivel más alto de la historia. UNFCCC. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://unfccc.int/es/news/las-emisiones-mundiales-de-co2-repuntaron-en-2021-hasta-su-nivel-mas-alto-de-la-historia>
- [24] Nestlé. (n.d.). ¿Qué son las emisiones de CO₂?. Nestlé A gusto con la vida. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://www.nestleagustoconlavida.com/proposito/que-son-las-emisiones-de-co2>
- [25] Museo de Historia Natural de Concepción. (n.d.). Las algas y su importancia social, ecológica y económica. Museo de Historia Natural de Concepción. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://www.mhnconcepcion.gob.cl/noticias/las-algas-y-su-importancia-social-ecologica-y-economica>
- [26] National Geographic. (n.d.). El verdadero pulmón del planeta está en los océanos. National Geographic España. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/verdadero-pulmon-planeta-esta-oceanos_14776
- [27] Aquarium of the Pacific. (n.d.). Las algas marinas. Aquarium of the Pacific. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de https://www.aquariumofpacific.org/seafoodfuture/algas_marinas
- [28] Tecnológico Nacional de México. (n.d.). El sistema consiste en limpiar. Tecnológico Nacional de México. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://www.tecnm.mx/?vista=noticia&id=900>
- [29] GreenTV. (2019, febrero 26). Microalgas filtran el aire como lo harían 360 árboles. GreenTV. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://www.greentv.com.mx/noticias/microalgas-filtran-el-aire-como-lo-harian-360-arboles>
- [30] Mexpo. (2022, noviembre 8). Purificación de aire por medio de algas. Mexpo. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://mexpogdl.com/2022/11/08/purificacion-de-aire-por-medio-de-algas/>

Optimización del flujo de factoring: estrategias para la empresa SOFOM intermediaria entre emisores y receptores de facturas

Optimization of the factoring flow: strategies for the intermediary company SOFOM between issuers and receivers of invoices

Cruz Campos Hernan ^a, Alonso Hernández Iván ^a

^a Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 55763, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México

Resumen

Las empresas, especialmente las PYMEs, enfrentan desafíos financieros significativos debido a retrasos en el pago de facturas, afectando su liquidez y gestión financiera. Este proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar una plataforma de factoraje automatizada en el sistema Odoo, que facilite la gestión de cuentas por cobrar y acceso a financiamiento rápido. La metodología incluye el desarrollo de módulos específicos para el cálculo de tasas de descuento y sincronización con entidades financieras. Los resultados muestran una reducción del 40% en el tiempo de cobro de facturas, mejorando la liquidez empresarial. En conclusión, la plataforma tecnológica de factoraje mejora la estabilidad financiera y promueve el crecimiento sostenible de las PYMEs.

Palabras clave: Aplicación web, Factoraje, Odoo, Gestión Empresas, Empresas

Abstract

Companies, especially SMEs, face significant financial challenges due to delays in the payment of invoices, affecting their liquidity and financial management. This project aims to design and implement an automated factoring platform in the Odoo system, which facilitates the management of accounts to collect and access quick financing. The methodology includes the development of specific modules for the calculation of discount rates and synchronization with financial entities. The results show a 40% reduction in invoice collection time, improving business liquidity. In conclusion, the factoring technological platform improves financial stability and promotes the sustainable growth of SMEs.

Keywords: web application, Factoring, Odoo, management Companies, Companies

1. Introducción

El problema que presentan las empresas es que enfrentan dificultades en la gestión de su liquidez y en la optimización de los procesos de flujo de efectivo. La solución propuesta aborda estas necesidades al proporcionar una herramienta eficiente y adaptable.

El objetivo de este artículo es presentar el desarrollo y las funcionalidades de una innovadora aplicación web de factoraje implementada en el sistema Odoo.

“Odoo es un sistema ERP disponible en la nube y localmente. Consta de diferentes módulos diseñados para gestionar diferentes aspectos de su negocio”. [1].

“Enterprise Resource Planning (ERP) es un tipo de software que las organizaciones utilizan para gestionar las actividades empresariales diarias, como la contabilidad, el aprovisionamiento, la gestión de proyectos, la gestión de riesgos, el cumplimiento y las operaciones de la cadena de suministro.” [2].

Dentro de los sistemas ERP encontramos la tipología de código abierto, y este es exactamente el enfoque que ha adoptado Odoo. Este modelo proporciona acceso al código

*Autor para la correspondencia: cuch201921535@tese.edu.mx

Correo electrónico: cuch201921535@tese.edu.mx (Hernán Cruz-Campos), aohi201921831@tese.edu.mx (Iván Alonso-Hernández).

Historial del manuscrito: recibido 22/05/2024, última versión-revisada recibida el 14/06/2024, aceptado el 21/06/2024, publicado el 19/07/2024.



fuente del sistema, permitiéndole aprovechar todas las ventajas del software profesional desarrollado para empresas.

Esto gracias a la aplicación de odoo llamada: Contabilidad de Odoo.

“Es el enfoque al desarrollar las diferentes funciones, como facturas reconocidas por inteligencia artificial, sincronización con sus cuentas bancarias, coincidencias inteligentemente sugeridas, etc.” [3].

El sistema ERP abarca desde la gestión de cuentas por cobrar hasta la sincronización con bancos y la generación automática de informes financieros, lo cual facilita el trabajo a las empresas ya que esto toma mucha importancia en las empresas al querer mejorar el tiempo de respuesta.

En la actualidad el sistema de factoraje se ha sido más significativo para las empresas ya que cada vez hay más empresas que ofrecen sus servicios, porque esto cada vez está abarcando más la forma de financiamiento entre los bancos y empresas de servicios.

2. Materiales y Método

Para este estudio se ha optado por un enfoque de investigación aplicada científica, *“Se denomina aplicadas científicas; porque en base a investigación básica, pura o fundamental en las ciencias fácticas o formales se formulan problemas o hipótesis de trabajo para resolver los problemas de bienes y servicios” [4].*

En este estudio se detallarán los métodos y herramientas utilizadas para llevar a cabo el proyecto. En los siguientes párrafos, se explicará de manera específica cómo se implementó la plataforma de factoraje automatizada, qué tecnologías y módulos de Odoo se emplearon, y cómo se integraron estas herramientas para mejorar la gestión de cuentas por cobrar y el acceso a financiamiento.

2.2. Metodología Scrum

Esta metodología se ha aplicado con el fin de tener una gestión de proyectos de metodología ágil, el cual permite ayudar a los equipos a estructurar y gestionar el trabajo mediante un conjunto de valores, principios y prácticas.

“La metodología Scrum permite abordar proyectos complejos desarrollados en entornos dinámicos y cambiantes de un modo flexible.” [5]

La metodología Scrum es una opción de gestión ideal para acometer proyectos desarrollados en entornos complejos que exigen rapidez en los resultados y en los que la flexibilidad es un requisito.

La metodología ágil Scrum se divide en varias fases clave.

- 1. Planificación del Sprint: En esta etapa, el equipo define y prioriza las tareas a realizar durante el sprint.

- 2. Daily Stand-ups: Reuniones diarias cortas donde el equipo revisa el progreso y ajusta el plan según sea necesario.
- 3. Desarrollo: Los desarrolladores trabajan en las tareas asignadas, siguiendo el backlog del sprint.
- 4. Revisión del Sprint: Al final de cada sprint, el equipo presenta los avances y obtiene feedback.
- 5. Retrospectiva del Sprint: El equipo evalúa lo que funcionó bien y qué puede mejorarse para futuros sprints.

Estas fases permitieron una gestión flexible y eficiente del proyecto, asegurando la entrega continua de mejoras y la adaptación rápida a los cambios.

2.3. Contenedores Docker

El uso de contenedores permite almacenar las aplicaciones para que estas se puedan mover entre los entornos (de desarrollo, de prueba, de producción, etc.), y todo esto se puede realizar sin perder ninguna de las funciones.

Una de las ventajas que tiene el uso de contenedores es la ayuda de estos para la reducción de los conflictos entre los equipos de desarrollo y operaciones, ya que separan las áreas de responsabilidad.

Se escogió el uso de contenedores Docker porque aíslan los procesos de las aplicaciones del resto del sistema para que todo se pueda migrar, abrir y utilizar en las configuraciones de desarrollo, pruebas y producción, ya que esto garantiza una mayor seguridad para el proyecto y que sea fácil de implementar en otros entornos de manera eficiente.

2.4. Odoo

“Odoo es un conjunto de aplicaciones de código abierto que cubren todas las necesidades de tu empresa: CRM, comercio electrónico, contabilidad, inventario, punto de venta, gestión de proyectos, etc.” [7]

Se escogió a Odoo como la base de nuestro proyecto, porque tiene módulos para gestionar todas las áreas de los sistemas para el factoraje como lo son: contabilidad, CRM, ventas, compras, inventario, producción, proyectos y más, y gracias a que es de código abierto nos da una gran variedad de personalización entre las distintas aplicaciones que tiene.

Odoo sin duda es una plataforma con grandes características, por su gran variedad de aplicaciones y servicios que posee, es por esto que tanto usuarios independientes, como empresas han decidido utilizar mas odoo tal y como se muestra en la figura 1:

Odoo Usage Statistics

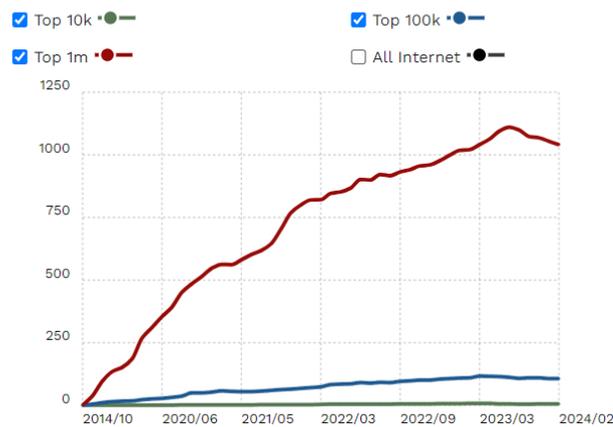


Figura 1. Grafica de usuarios que usan odoo [8]

En la imagen anterior podemos ver la cantidad de usuarios que posee odoo, con esto podemos demostrar que odoo es una gran herramienta para todas aquellas empresas que se dedican al factoraje.

2.5. PostgreSQL

“PostgreSQL es un potente sistema de base de datos relacional de objetos de código abierto que utiliza y amplía el lenguaje SQL combinado con muchas funciones que almacenan y escalan de forma segura las cargas de trabajo de datos más complicadas” [9]

El software de odoo solamente funciona mediante las bases de datos que utilizan PostgreSQL, por el hecho de que es más seguro, viable y tiene un mejor rendimiento, al momento de guardar y gestionar los datos del proyecto, además de que se va adaptando a medida que el proyecto esta aumentado y posee una gran facilidad para conectarlo a los servicios de la nube.

Hay algunas características clave de la base de datos PostgreSQL que la hacen única y ampliamente favorecida en comparación con otras bases de datos. Actualmente, es la segunda base de datos más utilizada, sólo por detrás de MySQL.

PostgreSQL ofrece una verdadera semántica ACID para las transacciones y tiene soporte completo para claves foráneas, uniones, vistas, disparadores y procedimientos almacenados, en muchos lenguajes diferentes.

2.6. Python

“Python es un lenguaje de programación potente y fácil de aprender. Tiene estructuras de datos de alto nivel eficientes y un simple pero efectivo sistema de programación orientado a

objetos. La elegante sintaxis de Python y su tipado dinámico, junto a su naturaleza interpretada lo convierten en un lenguaje ideal para scripting y desarrollo rápido de aplicaciones en muchas áreas, para la mayoría de las plataformas.” [10]

El software de odoo está basado en el lenguaje de Python, porque utiliza todo el potencial que ofrece Python, ya que abarca gran parte de las áreas de una empresa, además de que nos permite dar un desarrollo personalizado a las aplicaciones que utilizemos de odoo y ofrece uno de los mejores rendimientos para poder programar.

Python es muy fácil de integrar a cualquier aplicación o servicio porque escribe código del lado del servidor debido a que ofrece muchas bibliotecas que constan de código prescrito para crear funciones de backend complejas.

2.7. GitHub

“GitHub es una plataforma de alojamiento, propiedad de Microsoft, que ofrece a los desarrolladores la posibilidad de crear repositorios de código y guardarlos en la nube de forma segura, usando un sistema de control de versiones llamado Git.” [11].

La plataforma GitHub se utilizó para facilitar la organización del proyecto, además de que permite que varios desarrolladores trabajen al mismo tiempo sin alterar los cambios de cada uno de los programadores en tiempo real y cuando cada colaborador termine su trabajo permite que todos esos cambios se puedan fusionar, para solo quede una rama principal del proyecto.

2.8. Linux

“Linux es un sistema operativo (SO) open source. El sistema operativo es el software que gestiona directamente el hardware de un sistema y sus recursos, como la CPU, la memoria y el almacenamiento. Se encuentra entre las aplicaciones y el hardware, y establece las conexiones entre todos los sistemas de software y los recursos físicos que ejecutan las tareas.” [12].

El sistema operativo por el cual se optó usar es Linux porque es gran sistema de código abierto que es muy útil para el área empresarial porque posee una mayor seguridad que los demás sistemas operativos y una mejor estabilidad para desarrollar software, además de que todo software que se cree ahí es adaptable para todos los sistemas operativos existente y se logra una gran optimización es todos los dispositivos de todos los tipos.

2.9. DBeaver

2.13. Desarrollo de la aplicación de factoraje

Para el desarrollo de la aplicación, se utilizó Python para el backend y XML para el frontend. Odoo también utiliza CSS y JavaScript para el diseño y estilo de la página. El proyecto se complementó con la modificación de la aplicación de contactos de Odoo para almacenar los datos de la empresa necesarios para el factoraje, en la figura 7 se muestran algunos archivos de la aplicación.

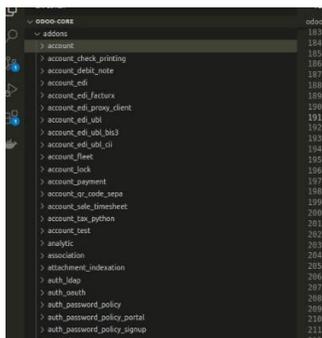


Figura 7. Archivos de la aplicación

3. Resultados

Durante el desarrollo de la aplicación web FACTORAJE, se aplicaron varios conocimientos de diversos lenguajes de programación, tales como Odoo, PostgreSQL y Python. Se estuvo trabajando en la parte de Frontend, al igual que la parte de Backend para desarrollar la aplicación web dada.

Para todo esto fue necesario tener una base de datos, el cual fue trabajado con PostgreSQL en el que estuvo compilando en un contenedor Docker para trabajarlo de forma local en el lado de desarrollo en el que se trabajó con distintas pruebas para así poder llegar al resultado deseado de la página web.

Por otro lado, se usaron distintas aplicaciones para la realización de la página web que maneja el mismo lenguaje de odoo como son contactos: esto lo que realiza es poder almacenar a los usuarios que contratan el servicio con los cuales se les pide ciertos datos como: RFC, Empresa, Teléfono, Nombre del encargado, Dirección de la empresa o persona, todos estos datos son los que se le solicitara a la empresa u/o persona que contrate el servicio.

Al igual que la utilización de GitHub para el almacenamiento del repositorio y tener un control de versiones para llevar a cabo commits seguros en cada commit se realizaba en una rama propia de los programadores, para evitar casos de que se suba defectos de la aplicación web perjudiciales, ya que es importante conocer por qué trabajar con una rama propia: *“Nos permiten crear copias de nuestro repositorio en el que escribir diferente código. Estas copias o ramas no modifican el código que ya "funciona". En nuestro día a día usaremos esta funcionalidad para probar nuevas librerías de código, desarrollar nuevas funcionalidades o testear cambios.”* [14].

En la parte de Frontend se pretendió realizar una interfaz limpia y clara para que el usuario final tenga confort de las vistas de la página, en el que se utilizó el lenguaje de marcado extensible (XML), porque odoo se aprovecha de su principal

beneficio de XML el cual es: *“Cuando una empresa vende un bien o servicio a otra empresa, las dos empresas necesitan intercambiar información como el costo, las especificaciones y los plazos de entrega. Con el lenguaje de marcado extensible (XML), pueden compartir toda la información necesaria electrónicamente y cerrar negocios complejos de forma automática, sin intervención humana.”* [15].

Se utilizó el lenguaje CSS el cual es:

“CSS es el lenguaje de estilos utilizado para describir la presentación de documentos HTML o XML” [16].

“CSS describe cómo debe ser renderizado el elemento estructurado en la pantalla, en papel, en el habla o en otros medios.” [17].

Por último, en el desarrollo del backend, se utilizó Python *“Odoo está programado en Python.”* [18]. Y usamos PostgreSQL como nuestra base de datos. PostgreSQL es: *“Es una base de datos de código abierto que tiene una sólida reputación por su fiabilidad, flexibilidad y soporte de estándares técnicos abiertos”* [19].

Se creó un marco confiable para la gestión de factoraje, incluyendo la información de facturas y clientes. Se implementaron estrictos procesos de desarrollo para realizar cálculos automáticos y generar informes. En resumen, el enfoque se centró en optimizar Odoo y PostgreSQL para ofrecer una solución de factoraje eficiente y escalable.

4. Discusión

Con las tecnologías explicadas anteriormente, podemos observar que cada una son necesarias para el desarrollo de una aplicación web, por el hecho de que reducen una gran carga de trabajo a los programadores e/u usuarios tal es el caso de odoo por: *“La belleza de un ERP financiero y contable, como Odoo, reside en su capacidad para mejorar la operativa y reducir costes. Al automatizar tareas repetitivas y optimizar procesos, Odoo alivia a su equipo y reduce los costos de TI.”* [20].

Con esto queremos destacar la importancia de Odoo en el ámbito empresarial, especialmente para las pequeñas empresas, ya que les ayuda a reducir costos. *“Entre los sistemas ERP libres de costo de adquisición en el mercado, se ha despertado un gran interés por el sistema Odoo 8 desde el año 2014”* [21].

La figura 8 muestra el crecimiento de odoo entre los demás softwares ERP y como este ha empezado a hacer más utilizado entre las empresas.

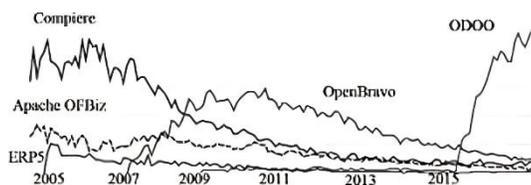


Figura 8. Grafica de empresas que se han interesado en odoo [22]

Ahora que mostramos como las empresas a lo largo de este tiempo han mostrado interés en odoo y su sistema de factoraje, queremos mostrar la tasa de éxito de estas empresas que han utilizado el sistema de factoraje de odoo.

Como primera referencia de empresa que utiliza el sistema de factoraje de odoo es KLIMB S.A.P.I de C.V. el cual opina: *“KLIMB ha confiado en OSSE para la implementación de Odoo en todas sus operaciones, en donde se incluyó toda la gestión del backoffice contable y administrativo, así como el desarrollo de una fuerte integración a su marketplace de factoraje.”* [23].

Esta segunda empresa es dedicada al sistema de reparación de equipos de minería la cual se llama 2RM, el cual realiza sus facturas mediante el sistema de odoo, en el que comparte que área les ayudo a mejorar: *“En el área contable con el área de logística, se logró mejorar al momento de hacer los pagos a los proveedores, ya sea en moneda peruana o extranjera. Ya que se tenía al día actualizado el pago de proveedores.”* [23].

La tercera empresa utiliza el sistema de factoraje en todos sus servicios de factoraje en odoo, el cual ha mostrado un gran desempeño en el ámbito de factoraje y muestra un gran crecimiento en esta área por el cual comparten su motivación del porque iniciaron en el mundo del factoraje: *“Desde el 2015 hemos tomado el desafío de confrontar la falta de liquidez en el país, considerado como factor principal de quiebra en todo tipo de industrias.”* [24].

La cuarta empresa es de una pequeña empresa la cual utiliza el método de facturación para los productos que vende en la que lleva un orden de los productos almacenados y de los vendidos el cual crea facturas de lo que vende y compra para el almacén, con esto comparte su opinión del sistema empleado: *“El procesamiento para la realización de un registro de ventas a través de la aplicación ERP Odoo evidenció un mejoramiento significativo del 88% con respecto a las ventas manuales que se hacían”* [25].

Por último queremos hablar de una empresa mexicana la cual funciona con terciario en cuestión de un sistema de factoraje la cual emite y recibe órdenes de pago e implemento el sistema de odoo para procesos de facturas en la cual dan su solución gracias a odoo: *“Se implemento Odoo v.12 para automatizar los procesos de nóminas, pólizas contables y recursos humanos, integrando un portal de kisoko de empleados para la carga de incapacidades, visualización y firma digital de recibos de nóminas, control nacional de los requerimientos y aprobación de vacaciones”* [26].

5. Conclusiones

5.2. Conclusión Alonso Hernández Iván

Odoo es una excelente opción para implementar un sistema ERP que ofrece una solución completa diseñada para facilitar y optimizar las operaciones empresariales. Su adaptabilidad y flexibilidad lo convierten en una solución accesible para empresas de todos los tamaños.

En relación con los objetivos del proyecto, que buscan diseñar e implementar una plataforma de factoraje automatizada para gestionar cuentas por cobrar y facilitar financiamiento ágil, Odoo ofrece herramientas robustas que pueden contribuir significativamente a alcanzar estos objetivos.

“La implementación de un ERP puede suponer una inversión importante pero necesaria en un entorno donde el cambio y el aumento de la competencia en todos los sectores sucede a pasos agigantados” [27]

La estructura modular de Odoo garantiza una escalabilidad fluida para satisfacer el crecimiento empresarial y las necesidades cambiantes. En un entorno empresarial dinámico y competitivo, la implementación de ERP puede ser una inversión importante y Odoo ofrece soluciones asequibles para empresas de todos los tamaños. Al considerar la implementación de un sistema de factoraje, trabajar con un socio oficial de Odoo también brinda un servicio completo y una perfecta integración del software, brindando a las empresas una gestión financiera más eficiente y competitiva.

“Este ERP a grandes rasgos se podría considerar como un conjunto de aplicaciones que cuentan con unas herramientas de fácil uso enfocadas a rentabilizar y optimizar el negocio.” [28]

5.3. Conclusión Cruz Campos Hernan

Este proyecto ha sido un proceso largo en su desarrollo, tanto por conocer un nuevo lenguaje, como también poder probar el sistema de factoraje que maneja, ya que se tuvieron que conocer, probar nuevos ámbitos de desarrollo y conocer cómo es que el factoraje beneficia a gran parte de las empresas del sector de servicios ya que:

“El factoraje ayuda a impulsar el crecimiento del negocio al proporcionar los fondos necesarios para mantener el equilibrio, a la espera que los clientes paguen por las facturas pendientes.” [29]

Además, este proyecto aspira a fomentar el uso de Odoo y su sistema de factoraje entre más empresas, debido a su facilidad de uso tanto para desarrolladores como para clientes, sobre todo algo en lo que deben de pensar las empresas es los beneficios que esto les traerá a futuro por ejemplo y cito el mayor ejemplo que tiene odoo para las empresas a futuro que es:

“Gracias a que Odoo se encuentra conectado entre sus módulos, le permite a tu empresa crecer de manera ordenada, ya que se puede comenzar con la implementación de un módulo y al paso del tiempo ir agregando los módulos que tu negocio va necesitando” [30]

6. Referencias

- [11] Acerca de GitHub Pages. (s/f).
- [13] About. (s/f). Dbeaver.io. Recuperado el 22 de abril de 2024, de <https://dbeaver.io/about/>
- [7] About Us. (s/f). Odoo. Recuperado el 22 de abril de 2024, de <https://www.odoo.com/es/page/about-us>
- [24] Allfactor Ecuador – Liquidez inmediata en 48hrs. para empresas en crecimiento – Factoring by Allfactor #1 en Ecuador. (n.d.). Allfactor.com. Recuperado el 23 de abril de 2024, de <https://allfactor.com/>
- [3] Contabilidad y facturación — documentación de Odoo - 15.0. (n.d.). Odoo.com. Recuperado el 22 de abril de 2024, de <https://www.odoo.com/documentation/15.0/es/applications/finance/accounting.html>
- [16] CSS. (s/f). MDN Web Docs. Recuperado el 22 de abril de 2024, de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS>
- [23] de Contabilidad y Finanzas, E. P. (n.d.). UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES. Edu.Pe. Retrieved April 23, 2024, de https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/6093/T03_7_71645398_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [28] de Grado, T. F. (n.d.). Despliegue y Ampliación del ERP Odoo para un Negocio de Panadería Tradicional. Upv.Es. Retrieved April 23, 2024, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/182017/Luna%20-%20Despliegue%20y%20ampliacion%20del%20ERP%20Odoo%20para%20un%20negocio%20depanaderia%20tradicional.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [6] Docker.com. (s/f). Recuperado el 22 de abril de 2024, de <https://docs.docker.com/get-started/overview/>
- [10] El tutorial de Python. (s/f). Python documentation. Recuperado el 22 de abril de 2024, de <https://docs.python.org/es/3/tutorial/>
- [18] FAQs Odoo. (2020, diciembre 13). Avanzosc S.L. <https://avanzosc.es/blog/odoo-1/faqs-odoo-115>
- [22] Facturedo S.A.P.I. de C.V. (n.d.). Odoo. Recuperado el 23 de abril de 2024, de https://www.odoo.com/es_ES/customers/facturedo-s-a-p-i-de-c-v-2594602
- [27] de Referencia, T. C. (N.d.-c). 143.95.221. Retrieved April 23, 2024
- [5] Hurtado, J. S. (2021). Cómo funciona la Metodología Scrum: Qué es y cómo utilizarla. Thinking for Innovation. <https://www.iiebschool.com/blog/metodologia-scrum-agile-scrum/>
- [12] Linux. (s/f). Redhat.com. Recuperado el 22 de abril de 2024, de <https://www.redhat.com/es/topics/linux>
- [26] Libertad Servicios Financieros, S.A. de C.V. (n.d.). Odoo. Retrieved April 23, 2024, from <https://www.odoo.com/es/customers/libertad-servicios-financieros-s-a-de-c-v-7085637>
- [17] Longo, M. y. (s/f). Html basics · Home. Azurewebsites.net. Recuperado el 22 de abril de 2024, de <https://hcj.azurewebsites.net/Css/Conceptos>
- [14] luxor5k. (2022, junio 18). Trabajar con Ramas en Git. CORE Code School · Code Academy. <https://www.corecode.school/blog/git-branches>
- [20] Mancera, R. (2023, Julio 10). Dominando el poder de un ERP financiero con Odoo. Factorlibre.com; Factor Libre. <https://factorlibre.com/noticias/dominando-el-poder-de-un-erp-financiero-con-odoo/>
- [2] ¿Qué es la ERP? (2023, September 21). Oracle.com; Oracle. <https://www.oracle.com/mx/erp/what-is-erp/>
- [4] Muguira, A. (2015, Noviembre 18). Tipos de investigación y sus características. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-investigacion-de-mercados/>
- [8] Odoo usage statistics. (s/f). Builtwith.com. Recuperado el 22 de abril de 2024, de <https://trends.builtwith.com/cms/Odoo>
- [9] PostgreSQL. (2024, abril 22). PostgreSQL. <http://postgresql.org>
- [25] Por., P. (n.d.). APLICACION DEL ERP ODOO EN LA GESTIÓN DE VENTAS DE LA EMPRESA MINIMARKET “ROSITA.” Edu.Pe. Retrieved April 23, 2024, de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10574/T010_75989171_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [21] Pavón González, Y., Puente Baró, L., Infante Abreu, M., & Blanco González, J. (2018). Experiencia de trabajo para la configuración del ERP Odoo en pequeños negocios. Caso de éxito en TostoneT. Ingeniare Revista Chilena de Ingeniería, 26(3), 514–527. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052018000300514>
- [19] ¿Qué es PostgreSQL? (n.d.). IBM.com. Retrieved April 22, 2024, from <https://www.ibm.com/mx-es/topics/postgresql>
- [1] Qué es Odoo y cómo beneficia a tu empresa. (2021, Noviembre 23). Integritas. <https://www.integritas.mx/blog/transformacion-digital-4/que-es-odoo-y-beneficios-del-erp-40>
- [15] Referencias (s/f-b). Amazon.com. Recuperado el 22 de abril de 2024, de <https://aws.amazon.com/es/what-is/xml/>
- [29] Qué es Factoraje Financiero y cómo puede beneficiar en tu Empresa. (n.d.). Factoro.Mx. Retrieved April 23, 2024, de <https://factoro.mx/blog/que-es-factoraje-financiero-y-como-puede-beneficiar-en-tu-empresa/>
- [30] [Vauxoo], K. P. (2021, August 4). Long-term benefits of using Odoo ERP. Vauxoo. <https://www.vauxoo.com/blog/nuestro-blog-1/beneficios-a-largo-plazo-de-usar-odoo-erp-7>

Implementación de un Sistema de Medición Meteorológica para el Análisis de Datos Implementation of a Meteorological Measurement System for Data Analysis.

Luis Gerardo Acosta Herrera ^a, Adolfo Meléndez Ramírez ^a

^aDivisión de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/ TES Ecatepec, 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México.

Resumen

La medición meteorológica es crucial para comprender y predecir las condiciones climáticas, impactando significativamente sectores como la agricultura, la aviación y la gestión de desastres. Las estaciones meteorológicas terrestres han sido tradicionalmente la base para la recopilación de datos esenciales, como la temperatura, la humedad, la presión atmosférica y la velocidad del viento. Sin embargo, los avances tecnológicos recientes han desarrollado nuevos métodos y dispositivos que mejoran tanto la precisión como la cobertura de estos sistemas. Además de los parámetros tradicionales, la calidad del aire también se incluye ahora como un aspecto crítico de las mediciones meteorológicas. Sensores avanzados y tecnologías como los satélites, drones y sensores remotos permiten obtener datos detallados sobre la concentración de contaminantes en el aire, como el dióxido de carbono, el monóxido de carbono y las partículas en suspensión. Esta información adicional es crucial para un análisis y una predicción más precisos tanto de las condiciones meteorológicas como de la calidad del aire. Con datos más completos y precisos, es posible optimizar las decisiones en diversos sectores. En la agricultura, esto permite una mejor planificación de los cultivos y una protección contra condiciones adversas. En la aviación, mejora la seguridad de los vuelos mediante una mejor comprensión de las condiciones atmosféricas. En la gestión de desastres, facilita una respuesta más rápida y eficaz ante eventos climáticos extremos y problemas relacionados con la contaminación del aire.

Palabras clave: Meteorología, Calidad del aire, Contaminación atmosférica, Sensores, Recopilación de datos.

Abstract

Meteorological measurement is crucial for understanding and predicting climatic conditions, significantly impacting sectors such as agriculture, aviation, and disaster management. Ground-based weather stations have traditionally been the foundation for collecting essential data, such as temperature, humidity, atmospheric pressure, and wind speed. However, recent technological advances have developed new methods and devices that improve both the precision and coverage of these systems. In addition to traditional parameters, air quality is now also included as a critical aspect of meteorological measurements. Advanced sensors and technologies such as satellites, drones, and remote sensors allow for detailed data on air pollutant concentrations, such as carbon dioxide, carbon monoxide, and particulate matter. This additional information is crucial for more accurate analysis and prediction of both weather conditions and air quality. With more complete and precise data, it is possible to optimize decisions in various sectors. In agriculture, this allows for better crop planning and protection against adverse conditions. In aviation, it improves flight safety through a better understanding of atmospheric conditions. In disaster management, it facilitates a faster and more effective response to extreme weather events and issues related to air pollution.

Keywords: Meteorology, Air quality, Atmospheric pollution. Sensors, Data collection.

*Autor para la correspondencia: aohl201920272@tese.edu.mx

Correo electrónico aohl201920272@tese.edu.mx (Luis Gerardo Acosta-Herrera), adolfo_melezdez@tese.edu.mx (Adolfo Meléndez Ramírez).

Historial del manuscrito: recibido el 21/05/2024, última versión-revisada recibida el 02/06/2024, aceptado el 05/06/2024, publicado el 19/07/2024.



1. Introducción

La medición meteorológica desempeña un papel fundamental en la comprensión y predicción de las condiciones climáticas, influyendo de manera significativa en diversos sectores, tales como la agricultura, la aviación, la gestión de recursos hídricos y la respuesta a desastres naturales. A lo largo del tiempo, las estaciones meteorológicas terrestres han sido la piedra angular para la recolección de datos esenciales, tales como la temperatura, humedad, presión atmosférica, velocidad del viento y la concentración de contaminantes en el aire, como el dióxido de carbono, el monóxido de carbono y las partículas en suspensión. Estos datos son cruciales no solo para la elaboración de pronósticos meteorológicos precisos, sino también para la investigación científica y la toma de decisiones informadas en diversos ámbitos.

Sin embargo, la tecnología y los métodos tradicionales de medición han enfrentado limitaciones en términos de precisión, cobertura y capacidad de respuesta en tiempo real. Los recientes avances tecnológicos han dado lugar a nuevos métodos y dispositivos que prometen superar estas limitaciones. La integración de sensores avanzados, dispositivos de bajo costo y sistemas de almacenamiento de datos locales, junto con el uso de algoritmos de inteligencia artificial, ha revolucionado el campo de la meteorología. Estos desarrollos permiten no solo una mayor precisión en las mediciones, sino también una cobertura más amplia y una capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales.

En este contexto, surge la necesidad de desarrollar e implementar sistemas de medición meteorológica más avanzados y eficientes. La incorporación de tecnologías emergentes no solo mejora la exactitud de los datos recolectados, sino que también facilita su análisis y utilización en tiempo real. Esto es particularmente importante en un mundo donde el cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos se están volviendo cada vez más frecuentes y severos, requiriendo respuestas rápidas y bien informadas para mitigar sus impactos.

1.2. Hipótesis

Se plantea que la implementación de una estación meteorológica integrada con sensores de bajo costo y un sistema de almacenamiento de datos local, combinado con algoritmos de inteligencia artificial, permitirá obtener mediciones climáticas precisas y consistentes. Además, se espera que este sistema sea capaz de adaptarse a diversas condiciones ambientales y proporcionar datos en tiempo real, facilitando un análisis más profundo y predicciones más precisas. Esta solución no solo mejorará la precisión y la confiabilidad de las mediciones meteorológicas, sino que también tendrá el potencial de ser escalable y accesible, beneficiando tanto a investigadores como a profesionales de diversos sectores que dependen de información climática precisa para su trabajo diario.

2. Materiales y Método

Se Realizo una investigación para determinar los sensores que se utilizaron en el prototipo del sistema entre los cuales se emplearon los siguientes componentes y sensores:

Arduino GIGA R1 WiFi Microcontrolador utilizado como la unidad central de procesamiento para la gestión y recolección de datos de múltiples sensores, con capacidad de transmisión de datos en tiempo real gracias a su conectividad Wifi. [1] PMS7003 Sensor que permite medir las concentraciones de PM1.0, PM2.5 y PM10. [2] MQ131 Sensor de ozono utilizado para medir la concentración de O₃ en el aire con rango de detección de 10 ppb a 2 ppm [3]. MQ135 Sensor de calidad del aire que detecta CO₂ [4]. ML8511 Sensor UV que mide la intensidad de la radiación ultravioleta con rango de detección de 280-390 nm [5]. YL83 Sensor de lluvia utilizado para detectar la presencia y la intensidad de la precipitación [6]. BMP280 Sensor barométrico que mide la presión atmosférica y la temperatura [7]. DS18B20 Sensor de temperatura digital de alta precisión [8]. Velea Instrumento utilizado para determinar la dirección del viento [9]. Anemómetro utilizado para medir la velocidad del viento. Pluviómetro Instrumento para medir la cantidad de precipitación caída en un período específico.

Gravity: Analog TDS Sensor / Meter For Arduino SEN0244

Sensor de sólidos disueltos totales (TDS) utilizado para medir la cantidad de sólidos disueltos en una solución con rango de medición de 0 a 1000 ppm [10]. Placa PCB (Printed Circuit Board) Placa de circuito impreso donde se montaron todos los componentes electrónicos y sensores [11]. Relé de 5V Interruptor electromecánico utilizado para controlar circuitos [12].

2.2. Diseño del Sistema

El sistema se diseñó utilizando una placa PCB personalizada que integraba todos los sensores mencionados, conectados al Arduino giga r1 wifi. Este diseño permitió una recolección y transmisión eficiente de datos en tiempo real a un servidor local para su almacenamiento y análisis posterior. Se puede observar el diseño de la placa en la figura 1

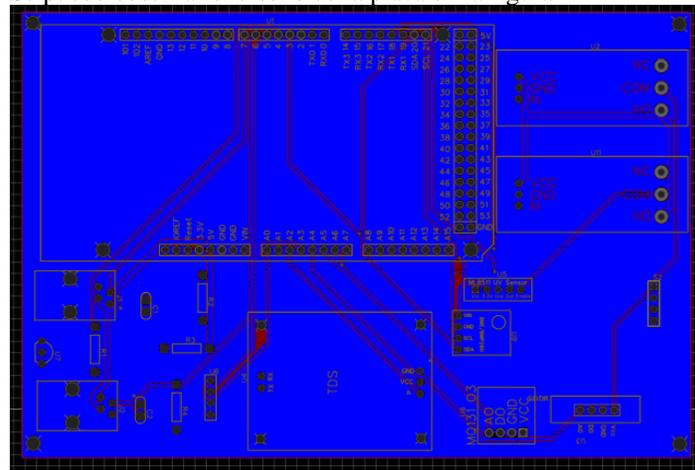


Figura 1 Placa Pcb

Se ha decidido diseñar una placa compacta para facilitar la portabilidad del sistema, con el objetivo de poder colocarla en una ubicación que optimice el rendimiento de los sensores. Se visualiza la distribución de los sensores en la placa mediante el modelo 3d de la figura 2

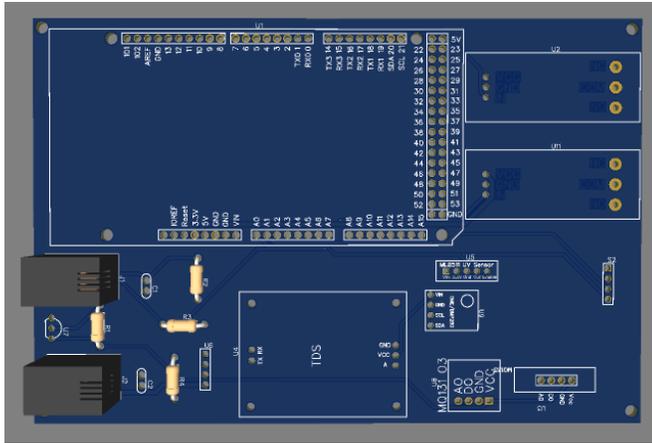


Figura 2 Modelo 3D

2.3. Configuración y Calibración

Cada sensor fue calibrado según las especificaciones del fabricante antes de su instalación, lo que incluyó ajustes de sensibilidad para los sensores MQ131, MQ135 y YL83. Utilizando librerías de software en Arduino, se optimizaron los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de cada sensor, logrando así una calibración óptima para los objetivos del sistema [13].

2.4. Recolección de Datos

Se realizaron pruebas previas del funcionamiento de los sensores y de la obtención de datos a través de una base de datos local, vinculada a un dashboard. Utilizando Angular como framework [14], se alojaron los datos de nuestros sensores de manera periódica para verificar su funcionamiento diario. En la figura 3 se observa el funcionamiento del sensor TDS.

```
TDS Value:0ppm
temperatura = 26.44°C
TDS Value:0ppm
temperatura = 26.50°C
TDS Value:67ppm
temperatura = 26.44°C
TDS Value:130ppm
temperatura = 26.44°C
TDS Value:130ppm
temperatura = 26.44°C
TDS Value:130ppm
temperatura = 26.50°C
TDS Value:129ppm
```

Figura 3 Prueba sensor digital

El objetivo de estas pruebas era observar la interacción de los sensores y depurar cualquier error que pudiera surgir durante su funcionamiento. Este proceso de validación y corrección era esencial para asegurar que los sensores operaran de manera óptima y sin problemas. Solo después de confirmar su correcto desempeño en estas condiciones controladas, se procedería a montar los sensores en la placa PCB.

Realizar esta etapa previa de pruebas y depuración permitía identificar y solucionar posibles fallos en el sistema, garantizando así una mayor fiabilidad y precisión una vez que los sensores estuvieran integrados en la placa final. Además, este enfoque preventivo ayudaba a evitar problemas durante la fase de ensamblaje y a reducir el tiempo de desarrollo total del proyecto [15]. Se pudo observar la conexión de los sensores con el Arduino giga en la figura 4.

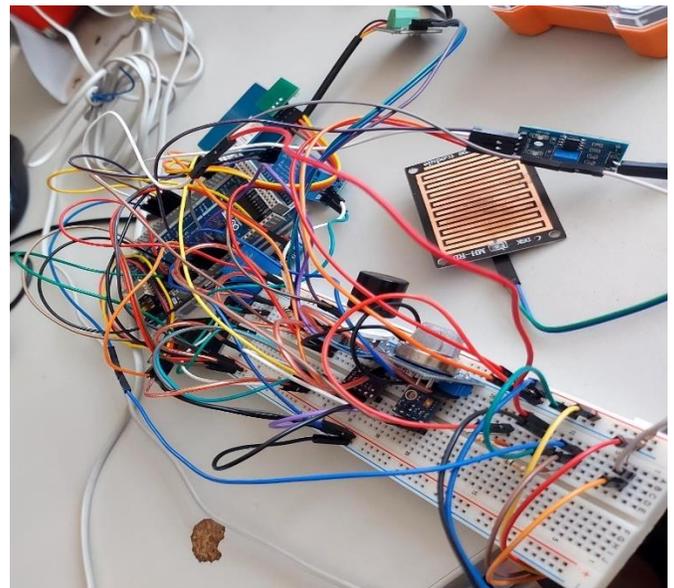


Figura 4 Prueba de sensor

2.5. Transmisión de Datos

Los datos recolectados por los sensores se enviaban a una base de datos local en MySQL, lo que permitía acceder a ellos

mediante consultas y observar sus parámetros conforme a las mediciones diarias. Esta metodología facilitaba un análisis detallado y continuo del rendimiento de los sensores, asegurando que la información recopilada fuera precisa y consistente [16]. En la figura 5 se observa la obtención de datos en tiempo real

```

PROBLEMS 2 OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS GITLENS
> TERMINAL
uv: '0.51',
pm10_env: '23.00',
pm25: '36.00',
pm100_env: '45.00',
windSpeed: '0.00',
direction: '1023',
'co2464.45': ''
}
Directorio global 880
[Object: null prototype] {
  temperatura: '23.08',
  pressure: '81710.64',
  altitud: '1778.34',
  ozono: '15.20',
  air_quality: '23',
  uv: '0.49',
  pm10_env: '23.00',
  pm25: '34.00',
  pm100_env: '45.00',
  windSpeed: '2.40',
  direction: '880',
  'co2481.96': ''
}

```

Figura 5 Recoleccion de datos

El objetivo principal de este enfoque era implementar, en una etapa posterior, la transmisión de datos a un servidor local para su almacenamiento en grandes volúmenes. Este almacenamiento masivo de datos tenía como propósito preparar el terreno para la futura implementación de algoritmos de inteligencia artificial. Con una cantidad significativa de datos históricos y en tiempo real, sería posible desarrollar modelos de aprendizaje automático que optimizarían el análisis y la interpretación de las mediciones, mejorando así la eficiencia y precisión del sistema.

La transición hacia un servidor local para el almacenamiento de datos conlleva múltiples beneficios. En primer lugar, esta migración permitiría ampliar considerablemente la capacidad de almacenamiento [17], lo cual es esencial para manejar grandes volúmenes de datos generados continuamente por los sensores de la estación meteorológica. Esta capacidad adicional es crucial para almacenar no solo los datos actuales sino también los históricos, proporcionando una base sólida para el análisis longitudinal y la detección de patrones a largo plazo [18].

Además de la ampliación de la capacidad de almacenamiento, la transición a un servidor local mejoraría significativamente la seguridad de la información. Al contar con un servidor dedicado y controlado localmente, se pueden implementar medidas de seguridad más robustas y personalizadas, protegiendo los datos sensibles contra accesos no autorizados y posibles ciberataques. Esta mejora en la seguridad es fundamental para garantizar la integridad y confidencialidad de los datos recopilados.

La accesibilidad de la información también se vería beneficiada con esta transición. Al centralizar el almacenamiento en un servidor local, se facilita el acceso a los

datos para el análisis y procesamiento en tiempo real. Esto es particularmente importante cuando se requiere una respuesta rápida a las condiciones meteorológicas cambiantes. Los datos almacenados localmente estarían disponibles de manera inmediata, sin depender de la latencia o problemas de conectividad asociados con servidores remotos.

La disponibilidad de una gran cantidad de datos precisos y accesibles sienta las bases para la implementación de algoritmos de inteligencia artificial. Con datos históricos y en tiempo real, se pueden desarrollar y entrenar modelos de aprendizaje automático que sean capaces de realizar análisis predictivos y prescriptivos. Estos modelos pueden identificar tendencias y patrones ocultos en los datos, proporcionando información valiosa para mejorar la toma de decisiones. Por ejemplo, los algoritmos de inteligencia artificial podrían predecir eventos meteorológicos adversos con mayor precisión, optimizar la gestión de recursos y facilitar la planificación de actividades basadas en las condiciones climáticas.

La implementación de técnicas avanzadas de procesamiento de datos y análisis inteligente permitiría realizar estudios más complejos y detallados. Las herramientas de análisis de datos avanzado, combinadas con algoritmos de inteligencia artificial, podrían extraer información valiosa y generar insights profundos a partir de los datos recopilados. Esto no solo mejoraría la precisión y eficiencia del sistema, sino que también permitiría desarrollar soluciones innovadoras para diversos desafíos meteorológicos.

2.6. Modelo 3D

Para integrar los sensores al sistema de manera eficiente, se decidió desarrollar distintos modelos para impresión 3D utilizando filamento, lo cual permitió obtener resultados óptimos adaptados a las características específicas de cada sensor. Este enfoque nos proporcionó la flexibilidad necesaria para diseñar soportes personalizados que garantizaran el mejor rendimiento posible de los sensores dentro de la estación meteorológica [19].

En particular, se prestó especial atención al diseño y fabricación de bases para los sensores ML8511 y YL83. El sensor ML8511, encargado de medir la radiación ultravioleta, requiere una orientación precisa y estable para capturar datos precisos sobre la intensidad de la luz solar [20]. Por ello, se diseñó una base específica que no solo lo mantiene en una posición fija y óptima, sino que también facilita su rotación y ajuste a lo largo del día para seguir la trayectoria del sol [21]. Esta base fue concebida con detalles precisos para asegurar que el sensor esté expuesto adecuadamente a la luz solar en todo momento, maximizando así la precisión de las mediciones.

Por otro lado, el sensor YL83, utilizado para detectar la presencia de agua de lluvia, fue montado en una base especialmente diseñada para ser ubicada cerca del pluviómetro. Esta disposición estratégica permite que el sensor YL83 trabaje en conjunto con el pluviómetro,

mejorando la precisión en la detección y cuantificación de la lluvia. La base fue fabricada con materiales resistentes a la intemperie y con un diseño que facilita la evacuación del agua, evitando acumulaciones que podrían afectar las lecturas.

Ambos diseños de bases fueron creados teniendo en cuenta la necesidad de ubicarlos estratégicamente cerca de la fuente central del Arduino. Esto no solo facilita la conexión y comunicación de los sensores con el microcontrolador, sino que también reduce la cantidad de cableado necesario, minimizando posibles interferencias y mejorando la fiabilidad del sistema. Además, la proximidad al Arduino permite una configuración más ordenada y accesible, facilitando el mantenimiento y las posibles actualizaciones del sistema.

El uso de impresión 3D para fabricar estas bases ofreció varias ventajas, como la posibilidad de realizar ajustes y mejoras rápidamente en el diseño, la capacidad de producir piezas personalizadas con alta precisión, y la reducción de costos en comparación con métodos de fabricación tradicionales. La implementación de estos modelos impresos en 3D demostró ser una solución efectiva y versátil para optimizar la integración de los sensores ML8511 y YL83 en la estación meteorológica, asegurando un rendimiento superior y una instalación más eficiente. En la figura 6 se puede visualizar la representación del modelo 3d para la recolección de agua para los sensores SEN0244 y DS18B20

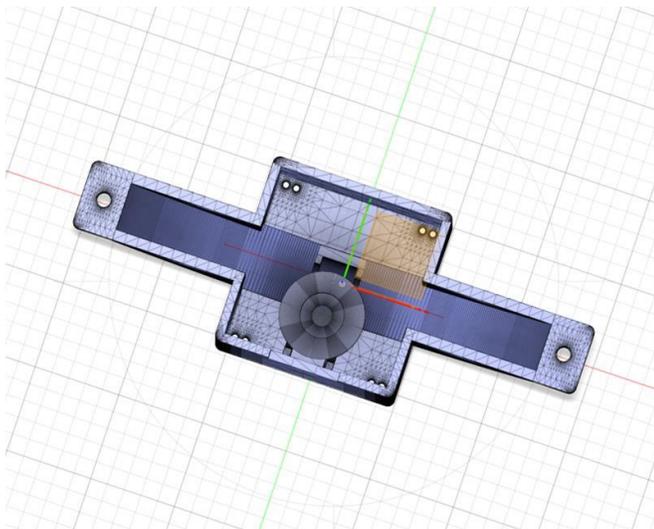


Figura 6 Modelo sensor SEN0244

El uso de la impresión 3D permitió personalizar y ajustar las estructuras de soporte para cada sensor, asegurando una fijación segura y una alineación adecuada con otros componentes del sistema. Este enfoque también facilitó la integración de los sensores en la estación meteorológica, permitiendo una configuración más eficiente y efectiva que maximiza el rendimiento y la precisión de las mediciones. En la figura 7 se obtiene el modelo del sensor ML8511 este modelo se realiza con el fin de dar la visibilidad al sensor respecto al rango del sol.

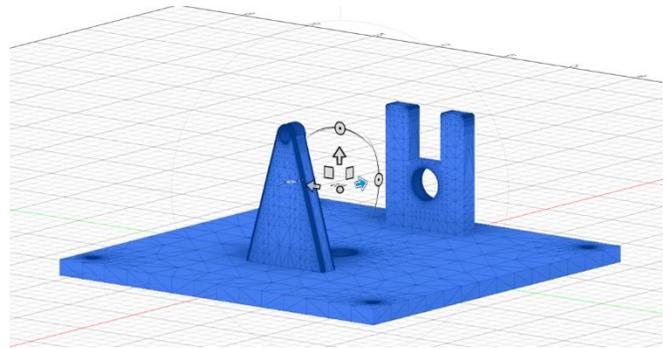


Figura 7 Modelo ML8511

Además, la flexibilidad proporcionada por la impresión 3D ofreció la posibilidad de iterar rápidamente en los diseños, haciendo ajustes basados en pruebas y observaciones iniciales. Esto resultó en un proceso de desarrollo más dinámico y adaptable, asegurando que los sensores no solo estuvieran bien posicionados, sino también protegidos y operando en condiciones óptimas. Así, se garantizó que la estación meteorológica pudiera proporcionar datos precisos y confiables, esenciales para el análisis y la toma de decisiones futuras. Se observa el modelo del sensor YL83 para la detección de lluvia en la figura 8.

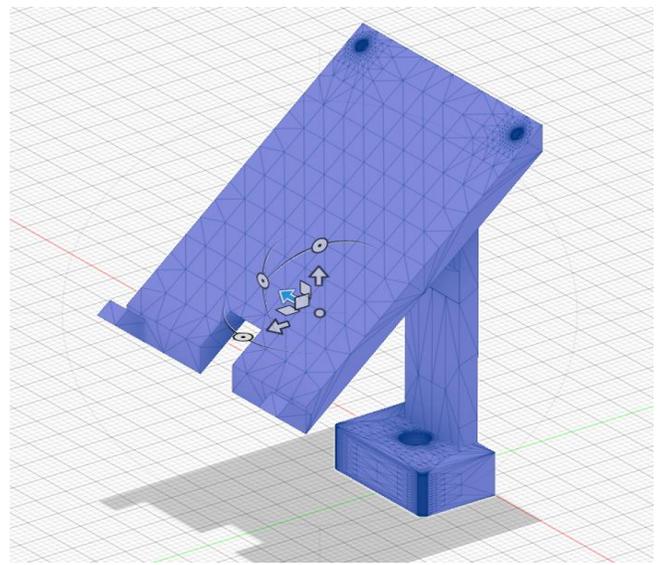


Figura 8 Modelo YL83

Al igual que con los sensores ML8511 y YL83, se desarrollaron soluciones específicas para los sensores SEN0244 y DS18B20. Estos sensores fueron integrados en una base diseñada para permitir el flujo de agua, lo que era crucial para realizar las mediciones correspondientes. Dado que estos sensores operan en conjunto para proporcionar datos precisos sobre las condiciones ambientales, su integración en un único modelo era una prioridad.

La base diseñada para los sensores SEN0244 y DS18B20 no solo garantizaba un flujo de agua adecuado para sus mediciones, sino que también aseguraba su correcta colocación y protección. Este diseño optimizado permitía que ambos sensores trabajaran de manera coordinada, maximizando su precisión y eficiencia en la recolección de

datos. En la figura 9 se observa la impresión y colocación de los modelos de los respectivos sensores.

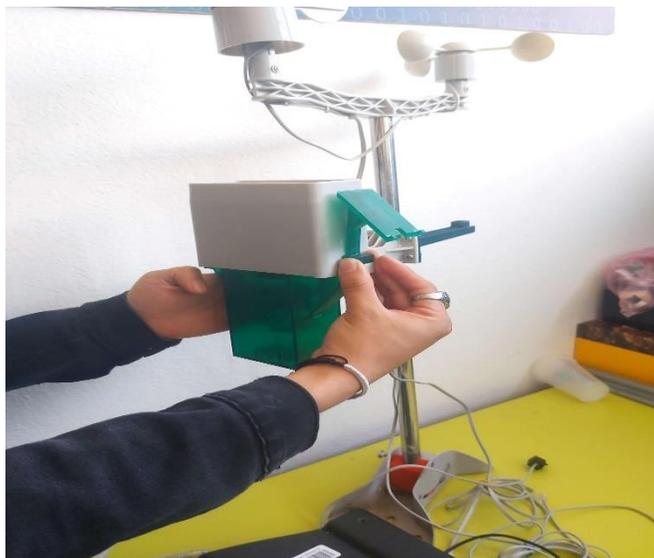


Figura 9 Modelos Impresos

Además, la integración en una sola estructura facilitaba el proceso de instalación y mantenimiento. Al tener ambos sensores en una misma base, se reducía la complejidad del sistema y se mejoraba su robustez, permitiendo un funcionamiento confiable en diversos entornos. Esto era especialmente importante para asegurar que el sistema pudiera operar de manera efectiva en condiciones variables y en ubicaciones remotas.

El uso de impresión 3D para fabricar estas bases permitió personalizar las características físicas y funcionales de la estructura, adaptándola perfectamente a las necesidades específicas de los sensores SEN0244 y DS18B20. Esta personalización no solo mejoró el rendimiento del sistema, sino que también permitió una rápida iteración y optimización del diseño, asegurando que los sensores pudieran realizar sus mediciones con la mayor precisión posible, independientemente del entorno en el que se encontraran.

2.7. Limitaciones

Los sensores que se implantaron en este sistema merecen una mención detallada, ya que su selección se basó en la idea de desarrollar una estación meteorológica de bajo costo. Sin embargo, es importante destacar que esta elección presenta ciertas limitaciones significativas.

En primer lugar, los sensores MQ135 y MQ131, utilizados para medir la calidad del aire, enfrentan grandes restricciones debido a la necesidad de calibraciones precisas. Estas calibraciones son esenciales para obtener resultados fiables, pero pueden hacer que los datos recolectados sean inconsistentes y varíen considerablemente si no se ajustan adecuadamente.

El sensor de rayos UV ML8511 también presenta limitaciones inherentes a su diseño. La precisión de este sensor depende en gran medida del ángulo en el que capta la

luz solar. Si el sensor no está alineado correctamente con respecto al sol, los resultados pueden variar significativamente, lo que afecta la exactitud de las mediciones de radiación ultravioleta.

Otro componente crucial del sistema es el pluviómetro mecánico, que hemos elegido para medir la precipitación. Este dispositivo utiliza un interruptor magnético, pero su diseño presenta problemas que pueden generar falsos positivos. Estos errores se deben al propio diseño del fabricante, lo que constituye un desafío considerable para la fiabilidad del proyecto.

En resumen, aunque la implementación de sensores de bajo costo es una estrategia atractiva para reducir gastos, las limitaciones técnicas y de diseño de los sensores MQ135, MQ131, ML8511 y del pluviómetro mecánico con interruptor magnético plantean desafíos significativos. Estas dificultades pueden afectar la precisión y consistencia de los datos recolectados, lo que representa un obstáculo importante para el desarrollo y la eficacia general del sistema meteorológico propuesto.

2.8. Resolución

Para abordar las limitaciones mencionadas previamente, se llevó a cabo una investigación exhaustiva con el objetivo de resolver los problemas presentados en el apartado anterior. Para ello, se procedió a calibrar los sensores MQ131 y MQ135 utilizando las librerías del software de Arduino y realizando cálculos relacionados con la concentración de gases. En particular, se prestó especial atención al sensor MQ135, dado que este dispositivo tiene la capacidad de detectar diversos tipos de gases. Sin embargo, esta característica afecta su funcionalidad, por lo que se decidió restringir su uso únicamente a la detección de dióxido de carbono. Esta medida se implementó con el fin de mejorar la calidad de los datos recopilados para el sistema.

En cuanto al sensor ML8511, se desarrolló un modelo en 3D que permite rotar el sensor en función del desplazamiento del sol. Este modelo incluye un servomotor que asegura su correcto funcionamiento. El propósito de esta configuración es ajustar la posición del sensor a lo largo del día, siguiendo la trayectoria solar, y limitar las lecturas dependiendo del momento del día, mejorando así la precisión de las mediciones de radiación ultravioleta. Además, se ajustó la lectura del sensor para que funcione de manera óptima durante las horas de luz solar, limitando su actividad en función del tiempo del día para evitar lecturas inexactas.

Finalmente, para solucionar los desafíos asociados al pluviómetro, se integró el sensor YL83. La combinación de estos dos sensores garantiza el correcto funcionamiento del pluviómetro. El sensor YL83 permite introducir una condición al momento de codificar los sensores, lo cual ayuda a eliminar los falsos positivos. De esta manera, cuando hay lluvia, los datos se recopilan correctamente, y en ausencia de lluvia, no se registran datos en la base de datos.

En conjunto, estas mejoras técnicas aseguran que el sistema de medición meteorológica funcione de manera más precisa y eficiente, superando las limitaciones iniciales y

proporcionando datos más fiables para el análisis y la predicción climática.

3. Resultados

Los resultados obtenidos durante la fase de pruebas fueron óptimos. Al verificar el funcionamiento de los sensores en distintos escenarios, se pudo observar un rendimiento consistente para cada sensor, con parámetros estables a lo largo del tiempo. No se presentaron complicaciones ni fallas en ningún sensor, lo que indica que el proceso de ensamblaje en la placa PCB no debería presentar problemas gracias a estas pruebas de rendimiento [22].

Estas pruebas se llevaron a cabo bajo diversas condiciones para asegurarse de que cada sensor pudiera operar dentro de sus limitaciones específicas. Nuestro sistema implementó soluciones adaptadas para superar estas limitaciones, logrando así los mejores resultados posibles. El rendimiento del sistema se mantuvo sin problemas, lo que demuestra su fiabilidad y eficacia.

Además, este enfoque nos permitió planificar futuras actualizaciones, como la transición a un servidor local para un almacenamiento de datos más robusto. Esto es esencial para la implementación de algoritmos de inteligencia artificial, que podrán integrar predicciones precisas en el dashboard operativo. Con un mayor almacenamiento y el uso de IA, el sistema podrá proporcionar análisis más avanzados y predictivos, mejorando aún más su utilidad y eficiencia [23].

La fase de pruebas también validó la capacidad del sistema para adaptarse y evolucionar, asegurando que puede soportar actualizaciones y mejoras continuas. La estabilidad observada durante estas pruebas refuerza la confianza en la durabilidad y la precisión del sistema, preparando el terreno para integraciones tecnológicas más avanzadas en el futuro.

4. Discusión

Con base en los resultados obtenidos durante la fase de pruebas, se ha evidenciado que los sensores implementados en la estación meteorológica han mostrado un rendimiento óptimo. La verificación del funcionamiento de los sensores en diversos escenarios demostró una consistencia notable en los parámetros medidos, manteniendo su estabilidad a lo largo del tiempo. Este desempeño sin fallos indica que el proceso de ensamblaje en la placa PCB ha sido adecuado, lo cual minimiza los riesgos de problemas técnicos en la implementación final.

Las pruebas realizadas bajo diferentes condiciones ambientales han confirmado que cada sensor puede operar dentro de sus límites específicos. Esto se logró mediante la implementación de soluciones adaptadas para superar las limitaciones de los sensores, asegurando así resultados precisos y consistentes. El hecho de que el sistema haya mantenido su rendimiento sin complicaciones refuerza la confiabilidad y eficacia de nuestra solución tecnológica.

Un aspecto crucial de nuestro sistema es su capacidad para futuras actualizaciones. La planificación incluye la transición hacia un servidor local para un almacenamiento de datos más

robusto, lo cual es esencial para la implementación de algoritmos de inteligencia artificial. Estos algoritmos podrán integrarse en el dashboard operativo, proporcionando predicciones más precisas y análisis avanzados. Este avance no solo mejorará la utilidad del sistema, sino que también incrementará su eficiencia al permitir un análisis más profundo de los datos recopilados.

La fase de pruebas también validó la adaptabilidad y capacidad de evolución del sistema. La estabilidad observada asegura que el sistema puede soportar actualizaciones y mejoras continuas sin comprometer su desempeño. Este atributo es fundamental para integrar tecnologías más avanzadas en el futuro, consolidando la durabilidad y precisión del sistema [24].

En resumen, los resultados indican que la implementación de una estación meteorológica integrada con sensores de bajo costo y un sistema de almacenamiento de datos local, combinado con algoritmos de inteligencia artificial, no solo es viable sino también altamente eficiente. La capacidad del sistema para adaptarse a diversas condiciones ambientales y proporcionar datos en tiempo real facilita un análisis profundo y predicciones climáticas precisas. Esto apoya nuestra hipótesis inicial y sugiere que este enfoque podría revolucionar la recolección y análisis de datos meteorológicos, mejorando significativamente la precisión y cobertura de estos sistemas [25].

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos durante la fase de pruebas fueron altamente satisfactorios, confirmando la hipótesis inicial de que una estación meteorológica integrada con sensores de bajo costo y un sistema de almacenamiento de datos local, en combinación con algoritmos de inteligencia artificial, puede proporcionar mediciones climáticas precisas y consistentes. Este proyecto ha demostrado que el sistema es capaz de adaptarse a diversas condiciones ambientales y ofrecer datos en tiempo real, facilitando un análisis más profundo y predicciones más precisas.

Al verificar el funcionamiento de los sensores en distintos escenarios, se observó un rendimiento consistente para cada sensor, con parámetros estables a lo largo del tiempo. No se presentaron complicaciones ni fallas en ningún sensor, lo que sugiere que el proceso de ensamblaje en la placa PCB no debería presentar problemas en futuras implementaciones. La estabilidad de los sensores bajo diferentes condiciones es un indicador de la robustez del sistema y su capacidad para operar de manera confiable en entornos variados.

Estas pruebas se llevaron a cabo bajo una variedad de condiciones para asegurarse de que cada sensor pudiera operar dentro de sus limitaciones específicas. El sistema implementó soluciones adaptadas para superar estas limitaciones, logrando así los mejores resultados posibles. El rendimiento del sistema se mantuvo sin problemas, lo que demuestra su fiabilidad y eficacia. La consistencia en el desempeño de los sensores y del sistema en general es crucial para aplicaciones meteorológicas, donde la precisión y la estabilidad son esenciales para la recolección de datos válidos y útiles.

La capacidad del sistema para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y mantener un rendimiento estable es un aspecto destacable. Esto garantiza que el sistema puede ser utilizado en diversas ubicaciones geográficas y bajo distintas condiciones climáticas sin comprometer la calidad de los datos recolectados. Además, la adaptabilidad del sistema sugiere que puede ser escalado o modificado para incorporar nuevos sensores o tecnologías en el futuro, lo cual es un gran beneficio para su aplicación a largo plazo.

Un aspecto significativo de esta investigación es la planificación para futuras actualizaciones del sistema. Hemos identificado la necesidad de una transición a un servidor local para un almacenamiento de datos más robusto. Esto es esencial para la implementación de algoritmos de inteligencia artificial, que podrán integrar predicciones precisas en el dashboard operativo. Con un mayor almacenamiento y el uso de IA, el sistema podrá proporcionar análisis más avanzados y predictivos, mejorando aún más su utilidad y eficiencia [26].

El almacenamiento local de datos no solo permitirá un acceso más rápido y seguro a los datos recolectados, sino que también facilitará la implementación de algoritmos más complejos que requieren grandes volúmenes de datos para entrenarse. Esta capacidad mejorada para almacenar y procesar datos será crucial para el desarrollo de modelos predictivos más precisos y fiables. Además, el uso de IA permitirá la detección de patrones y tendencias en los datos meteorológicos que podrían no ser evidentes mediante análisis tradicionales, proporcionando así un valor añadido significativo [27].

Validación de la Capacidad del Sistema para Evolucionar

La fase de pruebas también validó la capacidad del sistema para adaptarse y evolucionar, asegurando que puede soportar actualizaciones y mejoras continuas. La estabilidad observada durante estas pruebas refuerza la confianza en la durabilidad y la precisión del sistema, preparando el terreno para integraciones tecnológicas más avanzadas en el futuro. Esta capacidad de evolución es fundamental para mantener la relevancia y utilidad del sistema a lo largo del tiempo, especialmente en un campo tan dinámico como la meteorología.

La durabilidad y precisión del sistema, demostradas a través de estas pruebas, sugieren que el sistema podrá soportar el desgaste del uso continuo y las condiciones ambientales adversas. Esto es particularmente importante para aplicaciones a largo plazo donde la fiabilidad del sistema es crucial para la recolección de datos continuos y precisos. Además, la capacidad de integrar nuevas tecnologías y sensores en el sistema existente asegura que podrá evolucionar con los avances tecnológicos, manteniendo su eficacia y relevancia [28].

En resumen, los resultados de esta investigación confirman la viabilidad técnica y la eficacia del sistema de estación meteorológica propuesto. La implementación de sensores de bajo costo junto con un sistema de almacenamiento de datos local y algoritmos de inteligencia artificial ha demostrado ser una solución efectiva para obtener mediciones climáticas precisas y consistentes. La adaptabilidad del sistema a diversas condiciones ambientales y su capacidad para

proporcionar datos en tiempo real facilitan un análisis más profundo y predicciones más precisas [29].

Estos resultados no solo confirman la hipótesis inicial, sino que también subrayan el potencial del sistema para futuras mejoras y aplicaciones. La capacidad de adaptación y evolución del sistema asegura que puede mantenerse al día con los avances tecnológicos y las cambiantes necesidades del campo de la meteorología. Además, la implementación de almacenamiento local y algoritmos de inteligencia artificial abre nuevas oportunidades para el análisis avanzado y la predicción, mejorando significativamente la utilidad y el impacto del sistema.

En conclusión, el desarrollo y las pruebas de este sistema de estación meteorológica han sido exitosos, y las perspectivas para su implementación y evolución futura son muy prometedoras. Este sistema no solo proporciona una solución eficaz para la recolección y análisis de datos meteorológicos, sino que también establece una base sólida para futuras innovaciones en el campo. La combinación de sensores precisos, almacenamiento de datos robusto y análisis basado en IA posiciona al sistema como una herramienta valiosa para la comprensión y predicción de las condiciones climáticas.

6. Referencias

- [1] arduino, «arduino docs,» [En línea]. Available: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/ABX00063-datasheet.pdf>. [Último acceso: 27 03 2024].
- [2] Platonwer, «Kami,» [En línea]. Available: https://download.kamami.pl/p564008-PMS7003%20series%20data%20manua_English_V2.5.pdf. [Último acceso: 28 03 2024].
- [3] winsen, «Sparkfun,» 01 05 2014. [En línea]. Available: <https://cdn.sparkfun.com/assets/9/9/6/e/4/mq131-datasheet-low.pdf>. [Último acceso: 27 03 2024].
- [4] H. ELECTRONICS, «electronicoscaldas,» [En línea]. Available: https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MQ-135_Hanwei.pdf. [Último acceso: 27 03 2024].
- [5] LapisSemiconductor, «sparkfun,» 08 03 2013. [En línea]. Available: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/LightImaging/ML8511_3-8-13.pdf. [Último acceso: 28 03 2024].
- [6] Vaisala, «urolakostapk,» 2015. [En línea]. Available: https://urolakostapk.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/10/y1-83-rain-detector-datasheet_low.pdf. [Último acceso: 09 04 2024].
- [7] B. Sentsortec, «adafruit,» 05 05 2015. [En línea]. Available: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP280-DS001-11.pdf>. [Último acceso: 14 04 2024].
- [8] D. Semiconductor, «alldatasheet,» [En línea]. Available: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/58557/DALLAS/DS18B20.html>. [Último acceso: 13 04 2024].
- [9] argentdata, «argentdata,» [En línea]. Available: <https://www.argentdata.com/files/80422-datasheet.pdf>. [Último acceso: 06 04 2024].
- [10] DFROBOT, «Gravity: Analog TDS Sensor / Meter For Arduino (SKU: SEN0244),» [En línea]. Available: https://mm.digikey.com/Volume0/opasdata/d220001/medias/docus/2309/SEN0244_Web.pdf. [Último acceso: 27 03 2024].
- [11] easyeda, «easyeda,» [En línea]. Available: <https://easyeda.com/editor#id=ecca040781474f5fb307a32f6e078db26ab2ff8de7f24d9c89eb1a8b23eef04ac530692e2b7c4a2897a0121e03b578b9fd481344b023417bb9aa201bfe7314c2>. [Último acceso: 17 04 2024].
- [12] Songle, «naylampmechatronics,» [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/img/cms/000263/SRD-05VDC-SL-C-Datasheet.pdf>. [Último acceso: 22 04 2024].

- [13] arduino, «arduino docs,» [En línea]. Available: <https://github.com/NuclearPhoenix/MQ135>. [Último acceso: 22 04 2024].
- [14] Angular, «angular.io,» [En línea]. Available: <https://angular.io>. [Último acceso: 12 04 2024].
- [15] J. d. A. Lucia, «Junta de Anda Lucia,» [En línea]. Available: https://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002996/helvia/aula/archivos/repositorio/250/278/html/Proyecto%20Reess/material/tecnicas/ataque_quimico.htm. [Último acceso: 27 04 2024].
- [16] Arduino, «Arduino Docs,» 06 2020. [En línea]. Available: <https://forum.arduino.cc/t/enviar-datos-mediante-arduino-mega-a-base-de-datos-remota/661592>. [Último acceso: 23 04 2024].
- [17] R. zone, «Redes Zone,» [En línea]. Available: <https://www.redeszone.net/tutoriales/servidores/ubuntu-server-instalacion-configuracion/>. [Último acceso: 25 04 2024].
- [18] S. S. Vincenti, «redaly,» [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047400004.pdf>. [Último acceso: 18 04 2024].
- [19] S. Word, «Solid,» [En línea]. Available: https://help.solidworks.com/2020/spanish/SolidWorks/sldworks/c_3d_sk_etching_top.htm. [Último acceso: 22 04 2024].
- [20] L. Ard, «Arduino Forum,» 07 2017. [En línea]. Available: <https://forum.arduino.cc/t/distancia-cableado-de-sensores/470481>. [Último acceso: 22 04 2024].
- [21] meteorito, «meteorito,» [En línea]. Available: <https://meteorito.mx/clases/uv/clase.html>. [Último acceso: 22 04 2024].
- [22] M. Yakara, «Youtube,» 07 02 2024. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=kOCsljKx0bQ&t=1472s>.
- [23] L. J. Sandoval, «ItCa,» 18 07 2018. [En línea]. Available: http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/3626/1/Art6_RT2018.pdf. [Último acceso: 17 04 2024].
- [24] A. Herrero, «El Mundo,» 05 07 2023. [En línea]. Available: <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2023/07/05/64a57e5efdddf67038b456d.html>. [Último acceso: 14 04 2024].
- [25] maggie, «Microsoft,» 30 05 2023. [En línea]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/power-bi/create-reports/sample-artificial-intelligence>. [Último acceso: 22 04 2024].
- [26] S. Herrera, «Academia,» 06 03 2024. [En línea]. Available: <https://academia.com/articulos/power-bi-para-el-analisis-de-datos/>. [Último acceso: 22 04 2024].
- [27] Ionos, «Ionos,» [En línea]. Available: <https://www.ionos.mx/digitalguide/servidores/configuracion/ubuntu-server/>. [Último acceso: 22 04 2024].
- [28] envira, «Envira,» [En línea]. Available: <https://envira.es/mantenimiento-estaciones-meteorologicas/>. [Último acceso: 23 04 2024].
- [29] Mechatronics, «Youtube,» 23 09 2022. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=4obiI-lfiDg&list=PL49-cRtYqR65uzazufqaTe4jOJDpdUwcZ>. [Último acceso: 22 04 2024].

Diseño e Impresión de Prototipos y Productos 3D para el Desarrollo Tecnológico en Manufactura Aditiva

Alejandro Gutiérrez Cedillo ^{a,b}, Juan Manuel Stein Carrillo ^{a,b}

^a Centro de Cooperación Academia-Industria, Tecnológico Nacional de México/ TES de Ecatepec, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México.

^b División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México/ TES de Ecatepec, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México.

Resumen

En este artículo se presenta una revisión exhaustiva sobre el diseño y la impresión de prototipos y productos 3D, centrándose en su aplicación en la manufactura aditiva para el desarrollo tecnológico. La manufactura aditiva ha revolucionado la manera en que se diseñan y fabrican productos, permitiendo la creación de geometrías complejas y personalizadas con mayor rapidez y precisión. Se discuten las metodologías empleadas en el diseño, los materiales utilizados, las tecnologías de impresión disponibles, y los desafíos y oportunidades que esta tecnología ofrece. Finalmente, se presentan casos de estudio que demuestran el impacto de la manufactura aditiva en diversas industrias.

Palabras clave: Manufactura aditiva, impresión 3D, prototipos, diseño, desarrollo tecnológico.

Abstract.

This article provides a comprehensive review of the design and printing of 3D prototypes and products, focusing on their application in additive manufacturing for technological development. Additive manufacturing has revolutionized the way products are designed and fabricated, enabling the creation of complex and customized geometries with greater speed and precision. The methodologies employed in design, the materials used, available printing technologies, and the challenges and opportunities offered by this technology are discussed. Finally, case studies are presented to demonstrate the impact of additive manufacturing in various industries.

Keywords: Additive manufacturing, 3D printing, prototypes, design, technological development.

I. INTRODUCCIÓN

La manufactura aditiva, es una tecnología que utiliza impresión 3D para producir objetos tridimensionales a partir de modelos creados en software. La impresión en 3D ha revolucionado la producción de piezas y componentes personalizados. Mediante el diseño 3D, es posible crear modelos virtuales de objetos y luego imprimirlos capa por capa utilizando diferentes tipos de materiales (filamento o resina). Esta tecnología permite reducir costos de producción al sustituir el metal por plástico en piezas pequeñas. Además, posibilita la producción de refacciones por encargo, evitando

la necesidad de fabricar grandes cantidades de piezas que podrían no utilizarse en el mercado.

Algo que debemos tomar en cuenta son las características que posee la manufactura aditiva, entre ellas se destaca: libertad de diseño; Permite fabricar piezas con alta complejidad geométrica sin encarecer el proceso de fabricación. Personalización de productos terminados; posibilita la creación de objetos personalizados según las necesidades del usuario. Reducción de la escala mínima de eficiencia; no es necesario producir grandes cantidades de piezas para que el proceso sea eficiente.

*Autor para la correspondencia: 201911108@tese.edu.mx

Correo electrónico: 201911108@tese.edu.mx (Alejandro Gutiérrez Cedillo), jmsteinc@tese.edu.mx (Juan Manuel Stein Carrillo).

Historial del manuscrito: recibido el 21/05/2024, última versión-revisada recibida el 02/6/2024, aceptado el 12/07/2024, publicado el 19/07/2024.

II. METODOLOGÍA

A. Investigación y Análisis:

- Investigar las últimas tendencias en impresión 3D y manufactura aditiva.
- Analizar casos de estudio, literatura científica y aplicaciones industriales existentes.

B. Definición de Objetivos:

- Establecer objetivos claros para el proyecto, como la creación de prototipos funcionales o la producción de piezas finales.

C. Selección de Materiales y Tecnologías:

- Investigar y seleccionar los materiales más adecuados para cada aplicación.
- Evaluar las diferentes tecnologías de impresión 3D disponibles.

D. Diseño y Modelado 3D:

- Utilizar software de diseño (como SOLIDWORKS) para crear modelos 3D de los prototipos y productos.

E. Preparación de Archivos para Impresión:

- Convertir los modelos 3D en archivos compatibles con las impresoras 3D.
- Añadir soportes, si es necesario, para garantizar una impresión exitosa.

F. Impresión y Postprocesamiento:

- Imprimir los prototipos y productos utilizando la tecnología seleccionada.
- Realizar el postprocesamiento necesario (limpieza, lijado, pintura, etc.).

G. Evaluación y Pruebas:

- Evaluar la calidad de los prototipos impresos en 3D.
- Realizar pruebas funcionales y de resistencia según los objetivos del proyecto.

H. Iteración y Mejora:

- Si es necesario, iterar en el diseño y la impresión para optimizar los resultados.
- Aprender de los errores y ajustar la metodología según los hallazgos.

III. RESULTADOS

A. Innovación en Prototipado

- Reducción de Tiempo de Desarrollo: Los prototipos pueden desarrollarse en cuestión de días en lugar de semanas o meses.

Como se puede ver en la figura 4, ese es el producto final que se logró hacer en un transcurso de 6 meses aproximadamente, dado que hubo correcciones y mejoras.

- Mayor Iteración: Facilitar múltiples iteraciones de diseño para perfeccionar el producto final. Como podemos observar en la figura 2 y figura 3 se muestra el producto final de un prototipo con varias iteraciones.
- Validación de Conceptos: Probar y validar conceptos y diseños antes de la producción masiva.

B. Avances Tecnológicos

- Mejora de Procesos: Desarrollo de nuevas técnicas de impresión 3D que optimicen el tiempo y los recursos utilizados.
- Nuevos Materiales: Identificación y utilización de materiales innovadores que mejoren las propiedades de los productos finales.

C. Producción Personalizada y en Serie

- Personalización: Habilidad para producir productos personalizados en masa según las especificaciones del cliente.
- Flexibilidad de Producción: Capacidad de cambiar rápidamente de un diseño a otro sin necesidad de herramientas específicas.
- Producción a Demanda: Reducción de inventarios mediante la producción de piezas a demanda.

D. Educación y Capacitación

- Programas Educativos: Desarrollo de programas de capacitación en impresión 3D para estudiantes y profesionales.
- Material Didáctico: Creación de recursos educativos y guías prácticas sobre diseño y manufactura aditiva.
- Proyectos Estudiantiles: Implementación de proyectos prácticos en instituciones educativas que utilicen impresoras 3D.

E. Sostenibilidad y Eficiencia

- Reducción de Desperdicios: Optimización del uso de materiales para reducir desperdicios durante el proceso de manufactura.
- Uso de Materiales Ecológicos: Promoción del uso de materiales reciclables y biodegradables en impresión 3D.
- Eficiencia Energética: Mejora de la eficiencia energética de las impresoras 3D y los procesos de manufactura.

F. Aplicaciones Industriales

- Automotriz y Aeroespacial: Producción de piezas ligeras y resistentes para vehículos y aeronaves.
- Salud: Fabricación de prótesis personalizadas y herramientas médicas.
- Construcción: Creación de componentes arquitectónicos complejos y estructuras personalizadas.

G. Resultados Económicos

- Costos Reducidos: Disminución de los costos de producción gracias a la eficiencia y reducción de material.
- Mayor Competitividad: Aumento de la competitividad en el mercado debido a la capacidad de innovar y adaptar productos rápidamente.
- Nuevos Modelos de Negocio: Desarrollo de nuevos modelos de negocio basados en la manufactura aditiva, como servicios de impresión bajo demanda.

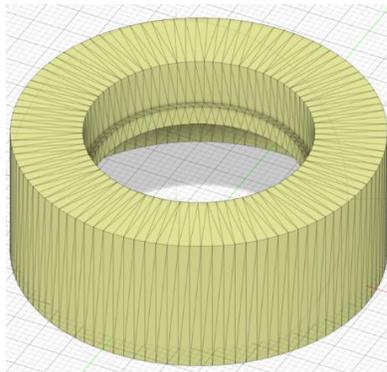


Figura 1
Base para sensor de acuario.



Figura 2
Depósito de agua con sensores pluviales.



Figura 3
Depósito de agua con sensores pluviales.

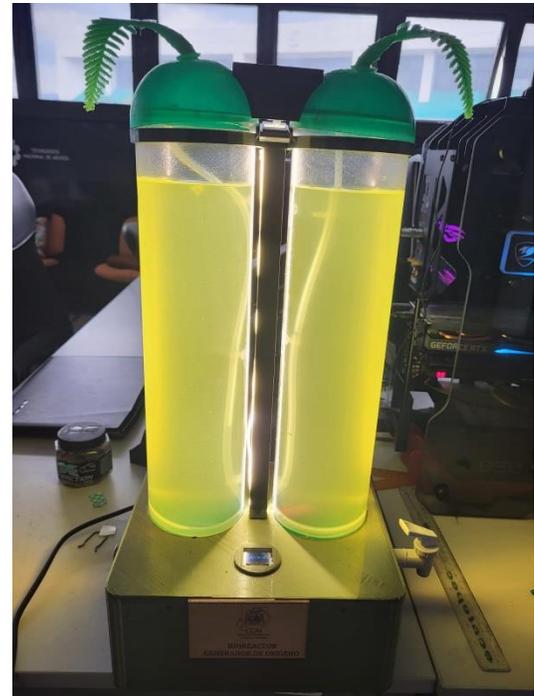


Figura 4
Implementación de productos finales del sistema Biorreactor de Oxígeno de Algas.

IV. DISCUSIÓN

La manufactura aditiva ha demostrado ser una tecnología revolucionaria, permitiendo la creación de geometrías complejas y altamente personalizadas que no serían posibles con métodos de manufactura tradicionales. Este avance ofrece una flexibilidad de diseño sin precedentes, facilitando la innovación en productos y procesos industriales.

A. Impacto Tecnológico

En cuestiones de impacto tecnológico podemos verificar que en la página <https://www.mediummultimedia.com/> podemos citar que “Su capacidad para representar objetos tridimensionales de manera virtual ha revolucionado la forma en que se desarrollan y producen diversos productos y servicios.” [3]

Ventajas:

- Libertad de Diseño: La capacidad de producir formas intrincadas sin necesidad de herramientas especiales reduce significativamente las restricciones en el diseño.
- Iteración Rápida: La posibilidad de realizar prototipos rápidos permite a los ingenieros y

diseñadores iterar y perfeccionar sus diseños con mayor velocidad y eficiencia.

Desafíos:

- **Precisión y Calidad:** Aunque la tecnología ha avanzado, sigue habiendo desafíos en términos de la precisión dimensional y la calidad superficial de las piezas impresas.
- **Materiales Limitados:** Aunque hay una creciente variedad de materiales disponibles para la impresión 3D, aún existen limitaciones en cuanto a sus propiedades mecánicas y su aptitud para ciertas aplicaciones.

B. Impacto Económico

La manufactura aditiva tiene el potencial de transformar significativamente la economía de la producción. Al permitir la fabricación de piezas bajo demanda y la personalización en masa, puede reducir los costos de almacenamiento y minimizar el riesgo de sobreproducción.

Beneficios:

- **Reducción de Costos:** La capacidad de imprimir prototipos y piezas finales en el sitio de uso puede reducir los costos de transporte y almacenamiento.
- **Producción Descentralizada:** Permite una mayor flexibilidad en la cadena de suministro, posibilitando la producción local y reduciendo los tiempos de entrega.

Inconvenientes:

- **Costos Iniciales Altos:** La inversión inicial en impresoras 3D industriales y en la capacitación del personal puede ser significativa.
- **Economía de Escala:** Actualmente, la manufactura aditiva puede ser menos eficiente que los métodos tradicionales para la producción en masa de piezas simples.

C. Implicaciones Sociales

La adopción de la manufactura aditiva también tiene importantes implicaciones sociales. Puede democratizar la producción, permitiendo a individuos y pequeñas empresas fabricar productos personalizados y de alta calidad.

Positivos:

- **Accesibilidad:** La impresión 3D facilita la creación de dispositivos médicos personalizados, como prótesis y órtesis, mejorando la calidad de vida de muchas personas.

- **Educación y Empleo:** La integración de la impresión 3D en programas educativos está preparando a una nueva generación de ingenieros y diseñadores con habilidades avanzadas.

Negativos:

- **Desplazamiento Laboral:** La automatización de procesos de manufactura puede llevar a la reducción de empleos en sectores industriales tradicionales.

D. Impacto Medioambiental

La manufactura aditiva puede tener un impacto significativo en la sostenibilidad medioambiental. Al utilizar solo la cantidad necesaria de material y permitir la fabricación local, puede reducir los residuos y las emisiones de carbono asociadas al transporte.

Pro:

- **Reducción de Residuos:** A diferencia de los métodos sustractivos, la manufactura aditiva produce menos desperdicio de material.
- **Materiales Ecológicos:** La investigación en nuevos materiales biodegradables y reciclables está avanzando rápidamente, lo que podría reducir el impacto ambiental de la impresión 3D.

Contra:

- **Consumo Energético:** Algunos procesos de impresión 3D, especialmente aquellos que utilizan láseres de alta potencia, pueden tener un alto consumo energético.
- **Desecho de Materiales:** La gestión de residuos de materiales compuestos y resinas sigue siendo un desafío significativo.

E. Aplicaciones Industriales

La manufactura aditiva está siendo adoptada en una amplia variedad de industrias, desde la automotriz y aeroespacial hasta la medicina y la construcción.

Industria Automotriz y Aeroespacial:

- **Componentes Ligeros:** La capacidad de fabricar piezas ligeras y robustas es particularmente valiosa en estas industrias, donde la reducción de peso puede traducirse en una mayor eficiencia energética.
- **Prototipado Rápido:** Permite a los ingenieros iterar rápidamente en el diseño de componentes complejos, mejorando la velocidad de desarrollo.

Medicina:

- **Prótesis Personalizadas:** La impresión 3D permite la creación de prótesis y dispositivos médicos

adaptados a las necesidades individuales de los pacientes.

- Modelos Anatómicos: Facilita la creación de modelos anatómicos precisos para la planificación de cirugías y la formación médica.
-
-

Construcción:

- Edificación: La impresión 3D de concreto y otros materiales de construcción permite la creación de estructuras complejas y personalizadas con un menor costo y tiempo de construcción.

F. Regulación y Estándares

El avance de la manufactura aditiva también requiere el desarrollo de regulaciones y estándares adecuados para asegurar la calidad y seguridad de los productos impresos.

Necesidades:

- Estándares de Calidad: Es crucial desarrollar normas que aseguren la consistencia y la calidad de las piezas producidas mediante manufactura aditiva.
- Regulación de Materiales: La creación de normativas específicas para el uso y la gestión de materiales de impresión 3D es esencial para minimizar el impacto ambiental y asegurar la seguridad en su uso.

Retos:

- Actualización de Normas: La rápida evolución de la tecnología requiere una actualización constante de las normativas.
- Adopción Global: Implementar regulaciones consistentes a nivel global es un desafío debido a las diferencias en las políticas y estándares nacionales.

V. CONCLUSIONES

La manufactura aditiva y la impresión 3D han demostrado ser tecnologías revolucionarias con un impacto significativo en diversas industrias. Estas tecnologías permiten la creación de prototipos y productos con geometrías complejas y personalizadas, reduciendo tiempos y costos de desarrollo. La flexibilidad y precisión en el diseño y la producción facilitan la innovación y la adaptación rápida a las necesidades del mercado.

El estudio de la manufactura aditiva ha revelado varias ventajas, incluyendo la reducción de desperdicios, la posibilidad de personalización en masa, y la eficiencia en la producción. Sin embargo, también enfrenta desafíos como la limitación de materiales y la necesidad de mejorar la calidad y precisión de las piezas impresas.

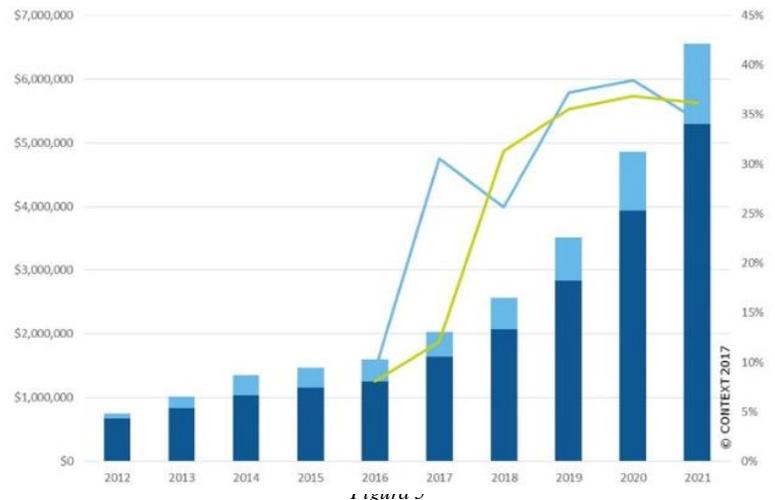
Económicamente, la manufactura aditiva tiene el potencial de transformar la cadena de suministro y los modelos de negocio, promoviendo la producción

descentralizada y a demanda, lo que puede reducir significativamente los costos de almacenamiento y transporte. Además, tiene implicaciones positivas en la sostenibilidad medioambiental, gracias al uso eficiente de materiales y la reducción de residuos.

En el ámbito social, la manufactura aditiva democratiza la producción, permitiendo a individuos y pequeñas empresas fabricar productos personalizados y de alta calidad, y está impulsando la educación y capacitación en nuevas habilidades tecnológicas.

La manufactura aditiva y la impresión 3D son tecnologías clave para el futuro de la producción industrial, con beneficios claros en términos de innovación, sostenibilidad y eficiencia, a la vez que presentan oportunidades y desafíos que deben ser abordados para maximizar su potencial.

Como se puede observar en la figura 4 se muestran los ingresos generados por semana en el periodo del 2016 al 2021.



Pronóstico global de ingresos de impresoras 3D por segmento de mercado principal 2016-2021. [6]

APÉNDICE

Apéndice A: Datos Técnicos y Especificaciones

Este apéndice proporciona detalles técnicos y especificaciones relevantes para el proceso de manufactura aditiva y la impresión 3D utilizadas en el desarrollo del proyecto. Los siguientes puntos son abordados:

A. Materiales Utilizados:

- PLA (Ácido Poliláctico): Material biodegradable utilizado comúnmente en impresión 3D debido a su facilidad de uso y bajo costo. Tomando de referencia la página 3dtownplus.com cito “Comúnmente, utiliza almidón de maíz como materia prima, aunque también se fabrica a partir de raíces de tapioca o caña de azúcar.” [20]
- ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno): Material resistente y duradero, adecuado para piezas

funcionales. “El plástico ABS está formado por una composición entre acrilonitrilo, butadieno y estireno. Estas sustancias se obtienen a partir de transformaciones de sustancias derivadas del craqueo del petróleo.” [21]

- Resinas Fotopolímeras: Utilizadas en impresoras de estereolitografía (SLA) para obtener piezas con alta precisión y detalles finos. “Están compuestos de varias formulaciones de monómeros, oligómeros, polímeros y otros aditivos que pueden ser específicos del proceso individual.” [22]

B. Tecnologías de Impresión:

- FDM (Fused Deposition Modeling): Tecnología accesible y versátil que funde filamentos de plástico para crear piezas capa por capa.
- SLA (Stereolithography): Utiliza un láser para curar resina líquida en capas finas, ofreciendo alta precisión y acabado suave.
- SLS (Selective Laser Sintering): Utiliza un láser para sinterizar polvo de polímero, permitiendo la creación de piezas complejas sin necesidad de estructuras de soporte.

En la tabla 1 se podrá observar una comparativa.

	Deposición de filamentos (FDM)	Estereolitografía (SLA)	Sinterizado selectivo por láser (SLS)
Resolución	★★☆☆	★★★★	★★★★☆
Precisión	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆
Acabados	★★☆☆	★★★★☆	★★★★☆
Volumen de producción	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆
Complejidad del diseño	★★☆☆	★★★★☆	★★★★☆
Fácil de usar	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆
Ventajas	Máquinas rápidas y consumibles baratos.	Excelente relación calidad-precio. Alta precisión. Acabado liso. Amplia gama de aplicaciones funcionales.	Partes funcionales robustas. Libertad de diseño. Sin necesidad de soportes.
Desventajas	Poco detalle. Compatibilidad de diseño limitada.	Volumen de producción promedio. Sensible a la exposición a rayos UV a largo plazo.	Acabados ligeramente rugosos. Elección limitada de materiales.
Aplicaciones	Modelos conceptuales básicos de prototipos rápidos y baratos.	Prototipos funcionales. Prototipos y moldes para la fabricación de modelos.	Creación de prototipos funcionales. Producción industrial de piezas personalizadas.
Material	Termoplásticos estándares (similares a ABS, PLA, etc.).	Amplias gamas de resinas.	Plásticos termoestables para ingeniería. Nylon y sus compuestos.
Entrenamiento necesario	Entrenamiento mínimo en configuración, operación de máquina y acabado de piezas. Entrenamiento moderado en mantenimiento.	Entrenamiento mínimo en configuración, mantenimiento, operación de la unidad y acabado de piezas.	Capacitación moderada sobre la configuración, el mantenimiento, el funcionamiento del dispositivo y el acabado de las piezas.
Requisitos previos para el entorno laboral	Entorno con aire acondicionado y, si es posible, ventilación adaptada a dispositivos de oficina.	Dispositivos que se pueden instalar en oficinas.	Taller con poco espacio, similar a los dispositivos de sobremesa.
Equipo adicional	Sistema para eliminar soportes solubles (posible automatización). Herramientas de acabado.	Estación de posttratamiento UV. Estación de lavado (posible automatización). Herramientas de acabado.	Estación de posprocesamiento después de la impresión para limpiar piezas y recuperar materiales.

Tabla 1

Comparativa de tecnología de impresión 3D, FDM, SLA y SLS [1]

C. Software de Diseño:

- SOLIDWORKS: Utilizado para el diseño CAD 3D para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. [2]
- AutoCAD: Permite a los profesionales crear dibujos y modelos precisos en 2D y 3D. [3]
- Blender: Software de diseño 3D de código abierto para modelado, animación y simulación. [4]

D. Parámetros de Impresión:

- Altura de Capa: Variación típica entre 0.1 mm a 0.3 mm dependiendo de la calidad y resolución deseada.
- Temperatura de Extrusor: Generalmente ajustada entre 180°C y 220°C para PLA y entre 220°C y 250°C para ABS.
- Velocidad de Impresión: Rango comúnmente usado entre 40 mm/s y 80 mm/s para un equilibrio entre calidad y tiempo de impresión.

E. Post-Procesamiento:

- Lijado y Pulido: Para suavizar superficies y eliminar imperfecciones.
- Pintura y Acabado: Para mejorar la estética y proporcionar protección adicional.
- Tratamiento Térmico: Para mejorar las propiedades mecánicas y la estabilidad dimensional de las piezas impresas.

Apéndice B: Casos de Estudio

A. Industria Automotriz:

- Prototipado Rápido: Creación de prototipos funcionales de piezas de automóviles, reduciendo el tiempo de desarrollo de meses a semanas.
- Piezas Personalizadas: Fabricación de piezas personalizadas para vehículos antiguos o de edición limitada.

B. Salud:

- Prótesis Personalizadas: Desarrollo de prótesis a medida para pacientes, mejorando el ajuste y comodidad.
- Modelos Anatómicos: Uso de impresiones 3D para planificar cirugías complejas y formar a estudiantes de medicina.

C. Arquitectura:

- Modelos Escala: Creación de modelos a escala de edificios y estructuras para presentaciones y validación de diseño.
- Componentes Personalizados: Producción de elementos arquitectónicos únicos y personalizados para proyectos específicos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a todos aquellos que han contribuido a la realización de este proyecto. En primer lugar, agradezco al Centro de cooperación academia-industria –TESE por su apoyo y colaboración incondicional. También extendo mi agradecimiento al Dr. Francisco Jacob Ávila Camacho, cuyas valiosas aportaciones y conocimientos han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Sicnova. (n.d.). ¿Qué tecnología de impresión 3D elegir y por qué? [Blog post]. Sicnova 3D. Retrieved May 1, 2015, from <https://sicnova3d.com/blog/experiencias-3d/que-tecnologia-de-impresion-3d-elegir-y-por-que/>
- [2] Solid BI. (n.d.). SolidWorks. Solid BI. Retrieved May 12, 2018, from <https://solid-bi.es/solidworks/?v=0b98720dcb2c>
- [3] Sovi. (2023, 16 agosto). "Descubre los 11 libros esenciales para dominar la impresión 3D desde cero" *Sovi*. <https://www.sovi.es/los-11-mejores-libros-sobre-impresion-3d-con-los-que-todo-principiante-deberia-empezar/Medium Multimedia>. (s.f.). ¿Qué es el diseño 3D? Ejemplos. Recuperado de <https://www.mediummultimedia.com/disenio/que-es-el-disenio-3d-ejemplos/>
- [4] Valenza, E. (2015). *Blender 3D Cookbook*. Reino Unido: Packt Publishing.
- [5] Domestika. (2023, 28 noviembre). *¿Qué es AutoCAD y cómo funciona?* Domestika. <https://www.domestika.org/es/blog/11958-que-es-autocad-y-como-funciona>
- [6] Libros de El mercado global de impresoras 3D crecerá hasta un 42% los próximos 5 años. (s. f.). Interempresas. <https://www.interempresas.net/Fabricacion-aditiva/Articulos/186151-El-mercado-global-de-impresoras-3D-crecera-hasta-un-42-por-ciento-los-proximos-5-anos.html>
- [7] *Copiar al portapapeles Diseño en 3d - Librerías Picasso*. (s. f.). <https://www.librerias-picasso.com/libros-de/disenio-en-3d-230502/Markforged>. (s.f.). Understanding rapid prototyping with 3D printing. Recuperado de <https://markforged.com/es/resources/blog/understanding-rapid-prototyping-with-3d-printing>
- [8] C. L., & C. L. (2024, 22 abril). *Los mejores libros sobre impresión 3D para leer este año*. 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/los-mejores-libros-impresion-3d-22042016/Autodesk> (s.f.). Additive manufacturing. Recuperado de <https://www.autodesk.es/solutions/additive-manufacturing>
- [9] Mercado, K. (2023, 29 octubre). *20 libros de diseño (clásicos y modernos) imprescindibles*. Domestika. <https://www.domestika.org/es/blog/9905-20-libros-de-disenio-clasicos-y-modernos-imprescindiblesAbax3DTech>. (2020, julio 24). Historia de la impresora 3D. Recuperado de <https://abax3dtech.com/2020/07/24/historia-de-la-impresora-3d/>
- [10] Gustavo del Ángel Flores, Daniel Guzmán Pedraza, Manuel Rosales Montiel. (28 de septiembre de 2016). CreateSpace Independent Publishing Platform. Alba.
- [11] Luque Gálvez, M. Á. (2010). *Conceptos y fundamentos de diseño en 3D*. España: Innovación y Cualificación, S.L.. Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2015). *Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing*. Springer.
- [12] Berchon, M. (2015). *LA IMPRESIÓN 3D: GUÍA DEFINITIVA PARA MAKERS, DISEÑADORES, ESTUDIANTES, PROFESIONALES, ARTISTAS Y MANITAS EN GENERAL*. España: Gustavo Gili Editorial S.A..
- [13] Estrada García, F., Botello Ortíz, M. (2017). *Dibujo Industrial: Modelado de Objetos En 3D*. (n.p.): Lulu.com.
- [14] Zhang, Y. (2016). *Laser additive manufacturing of high-performance materials*. Springer.
- [15] Berchon, M., Luyt, B. (2016). *La impresión 3D: Guía definitiva para makers, diseñadores, estudiantes, profesionales, artistas y manitas en general*. España: Editorial GG, SL.
- [16] Gebhardt, A. (2012). *Understanding additive manufacturing: Rapid prototyping, rapid tooling, rapid manufacturing*. Hanser Publications.
- [17] Barnatt, C. (2013). *3D printing for dummies*. John Wiley & Sons.
- [18] Campbell, I., Bourell, D., & Gibson, I. (2012). *Additive manufacturing*. ASM International.
- [19] Desai, D. (2014). *3D printing: Legal, philosophical and economic dimensions*. Springer.
- [20] Admin. (2024, 7 enero). *Plástico PLA: Descubre por qué el PLA es biodegradable*. 3D Town. <https://3dtownplus.com/blog/plastico-pla-material-biodegradable/>
- [21] *Desenfunda.com*. (2019, 16 septiembre). *Plástico ABS: ¿sabes dónde está presente y de qué está hecho?* Desenfunda. <https://www.desenfunda.com/blog/plastico-abs-sabes-donde-esta-presente-y-de-que-esta-hecho/>
- [22] *Fotopolímeros - Corte, marcado y grabado láser | ULS es-us*. (s. f.). <https://www.ulsinc.com/es/materials/fotopol%C3%ADmeros>

Implementación de redes neuronales artificiales (RNA) para clasificar niveles de pm2.5 en un sistema de alarma ambiental.

Implementation of artificial neural networks (ANN) to classify pm2.5 levels in an environmental alarm system.

Mauricio Luna Calva ^a, Adolfo Meléndez Ramírez ^{a,b}

^a Maestría en Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec / TecNM, 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México.

^b División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec / TecNM, 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México.

Resumen

En respuesta a la creciente conciencia ambiental en la sociedad mexicana y las prácticas emergentes en este ámbito, se propone realizar una investigación sobre el impacto del material particulado PM2.5 en la salud y el medio ambiente. A partir de estos hallazgos, se desarrolla un prototipo de alarma ambiental utilizando tecnología Arduino. El objetivo principal de este proyecto es utilizar un sensor Sharp, modelo GP2Y1010AU0F, junto con otros materiales de bajo costo y fácil acceso. Se emplea la metodología Design Thinking, que se adapta perfectamente al desarrollo de prototipos con un enfoque centrado en el usuario. En cuanto a los resultados, estos son satisfactorios, ya que al finalizar el prototipo se logra la clasificación de tres niveles de PM2.5 en bajo, regular y alto y la Red Neuronal Artificial alcanza una precisión del 99.90%. Esto permite que tanto los usuarios interesados como las autoridades responsables de monitorear los niveles de contaminación del aire puedan tomar medidas proactivas para salvaguardar la salud pública.

Palabras clave: Arduino, PM2.5, Prototipo, Redes Neuronales Artificiales, Sensor

Abstract

In response to the growing environmental awareness in Mexican society and emerging practices in this area, it is proposed to conduct research on the impact of PM2.5 particulate matter on health and the environment. Based on these findings, an environmental alarm prototype is developed using Arduino technology. The main objective of this project is to use a Sharp sensor, model GP2Y1010AU0F, along with other low-cost and easily accessible materials. The Design Thinking methodology is used, which is perfectly adapted to the development of prototypes with a user-centered approach. As for the results, they are satisfactory, since at the end of the prototype the classification of three levels of PM2.5 is achieved as low, regular and high and the Artificial Neural Network reaches an accuracy of 99.90%. This allows both interested users and authorities responsible for monitoring air pollution levels to take proactive measures to safeguard public health.

Keywords: Arduino, PM2.5, Prototype, Artificial Neural Network, Sensor

1. Introducción

Las enfermedades respiratorias siguen siendo un problema difícil de resolver para la sociedad mexicana, en el año 2023 las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) a veces denominadas «enfisemas» o «bronquitis crónica» representan la novena causa de defunción en México (INEGI,

2024) además (OMS, 2023) registra que es la tercera causa de muerte en el mundo. La OMS documenta que los síntomas de la EPOC son reducción de aire, mucosidad que puede dañar los pulmones, tos, sibilancias y fatiga.

Existen diversas causas para esta enfermedad y en los registros se encuentran: tabaquismo, exposición a polvos, humos, sustancias químicas, contaminación de aire en

*Autor para la correspondencia: 202310789@tese.edu.mx

Correo electrónico: 202310789@tese.edu.mx (Mauricio Luna-Calva), adolfo_melendez@tese.edu.mx (Adolfo Meléndez-Ramírez).

Historial del manuscrito: recibido el 04/07/2024, última versión-revisada recibida el 10/07/2024, aceptado el 11/07/2024, publicado el 19/07/2024.



interiores, quema de madera, estiércol y quema de carbón vegetal para cocina o calefacción.

Un dato desalentador es que la EPOC no se cura, pero puede mejorar si no se fuma ni se está expuesto a partículas de aire contaminadas, además de tratamiento médico y rehabilitación pulmonar (OMS, 2023).

Es tal la preocupación de diversas naciones por erradicar esta enfermedad que la EPOC se encuentra dentro del Plan de Acción Mundial de la OMS para la Prevención y Control de las enfermedades no transmisibles (ENT) y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

Países en vías de desarrollo como México necesitan soluciones a este tipo de problemas, se necesitan soluciones rápidas y asequibles para la mayoría de la gente.

Se define a un prototipo como un primer modelo de un producto o servicio con la intención de realizar pruebas o bien lanzar al mercado como algo novedoso o una versión mejorada de lo que ya existe (Universidad Europea Creative Campus, 2022).

El objetivo de un prototipo es verificar el diseño y observar si cumple con todas las características específicas que el usuario necesita. Por lo tanto, se propone realizar un prototipo de alarma para la detección de PM_{2.5} en ambientes cerrados, al tratarse de un prototipado rápido realizado con materiales de fácil acceso es una propuesta interesante con alto valor tecnológico y con un amplio campo de estudio.

1.2. Antecedentes

El ingeniero Botello Mendoza et al. de la Universidad Libre Seccional Cúcuta desarrolla un estudio sobre la viabilidad de implementar una estación de monitoreo de la calidad del aire utilizando tecnología Arduino.

En este trabajo de tesis se opta por utilizar un sensor para Arduino modelo GP2Y1010AU0F para detectar partículas PM_{2.5} y el sensor M17 para el monitoreo de monóxido de carbono (CO). Para la transmisión de los datos a la computadora se implementa el módulo WIFI ESP8266-01, para PM_{2.5} se utiliza una plataforma basada en la nube llamada ThingSpeak y PowerBI para los datos de CO.

Finalmente, Botello concluye que el prototipo es viable para una implementación real en una estación puesto que los materiales son accesibles y fáciles de implementar, además que los sensores utilizados cuentan con un margen de error bastante bajo (Botello Mendoza & Arenas Castro, 2023).

Por otro lado, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en su sede Esmeraldas, desarrolla un ecosistema de internet de las cosas orientado a la adquisición automática de datos ambientales y de calidad del aire. En este trabajo también se busca desarrollar un prototipo de bajo costo basado en sensores y tecnología Arduino, los sensores utilizados para este proyecto es el sensor de PM_{2.5} modelo GP2Y1010AU0F y un sensor de temperatura y humedad DHT11, además de un sensor barométrico modelo BMP180 y la plataforma web Ubidots para IoT.

El principal objetivo de este proyecto es que cualquier usuario pueda acceder a los datos de contaminación del aire ambiental sin necesidad de solicitar los datos al Ministerio del

Medio Ambiente, quienes son los responsables de monitorear la calidad del aire en Ecuador.

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que los sensores de bajo costo desempeñan un papel fundamental en la recopilación de datos ambientales, ofreciendo una solución escalable y que el acceso a la plataforma IoT es de fácil manejo y cuenta con legibilidad de la información (Ángulo Montenegro, 2023).

Para el área industrial también existen propuestas interesantes puesto que la Universidad Politécnica Salesiana propone el diseño de un sistema ANDON en la línea de producción de ladrillos refractarios en la empresa Samothermal.

La parte que se relaciona con la construcción del presente prototipo es en el módulo del sistema automatizado de extracción de polvos para los trabajadores. Vásquez y Zhindón, autores del trabajo, mencionan que dentro del área de corte y formado de ladrillos se producen polvos y desperdicios en cada una de las estaciones de trabajo que a lo largo del tiempo son perjudiciales para la salud.

El sensor GP2Y1010AU0F solo es un elemento más a todo el modelo que se implementa pero se concluye que el sistema construido presenta un ahorro de 6.8 minutos cada 72 ladrillos, que representa a su vez en una ganancia de 1776% del total de trabajo. Y por otro lado, se reduce significativamente la rotación de personal debido a enfermedades respiratorias gracias al sistema de extracción de polvo a pesar de utilizar materiales de bajo costo (Astudillo Vásquez & Maldonado Zhindón, 2022).

1.3. Partículas suspendidas PM_{2.5}

El elemento que causa EPOC no es el aire de mala calidad por sí solo, dependiendo el tipo de contaminante que se encuentre en el ambiente este viene acompañado de PM_{2.5}. Se define al material particulado o PM (Particular Matter) 2.5 como partículas muy pequeñas en el aire que tienen un diámetro de 2.5 micrómetros (aproximadamente 1 diezmilésimo de pulgada) o menos de diámetro (ver Figura 1) (California Office for Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA), 2024). De todas las medidas de contaminación atmosférica, la contaminación por PM_{2.5} supone la mayor amenaza para la salud debido a su tamaño que solo pueden verse con un microscopio electrónico.

Además, este tipo de partículas pueden permanecer en el aire durante largos periodo de tiempo a diferencia de otros contaminantes (IQAir Staff Writers, 2024).

El problema con este tipo de partículas es que no solamente afecta a la salud sino que a largo plazo modifica y altera el medio ambiente, también, las PM_{2.5} provocan lluvia ácida, afectación de la visibilidad, cambio climático y eutrofización, es decir aquel ecosistema o ambiente con una abundancia anormalmente alta de nutrientes (procedente de actividades humanas) (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2021).

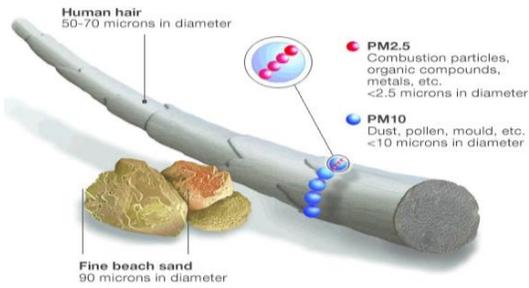


Figura 1: Tamaño PM2.5

1.4. Fuentes generadoras de PM2.5

Pueden existir diversas fuentes naturales o artificiales, siendo estas las que generalmente producen una mayor cantidad de PM2.5 (ver Figura 2) (California Office for Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA), 2024).

Fuentes artificiales:

- Combustión de motores
- Combustión de centrales eléctricas
- Procesos industriales
- Estufas, chimeneas y combustión doméstica de leña
- Humo de fuegos artificiales
- Humo de tabaco
- Humo de papel

Fuentes naturales:

- Polvo
- Hollín
- Suciedad
- Sal arrastrada por el viento
- Algunas esporas de plantas
- Polen
- Incendios forestales



Figura 2: Algunas fuentes artificiales de PM2.5

1.5. Microgramos/Metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

La metodología empleada en este proyecto para cuantificar la concentración de partículas PM2.5 en el entorno atmosférico y evaluar la densidad de polvo se expresa en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Esta unidad pertenece al Sistema Internacional y se utiliza para expresar la concentración de una sustancia en el aire.

Por ejemplo, si se dice que la concentración de partículas PM2.5 en el aire es de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, esto significa que hay 35 microgramos de partículas con un diámetro de 2.5 micrómetros o menos en cada metro cúbico de aire.

Es importante destacar que, si bien la presencia de PM2.5 es inherente al ambiente, existen umbrales de concentración que no representan un riesgo para la salud humana. No obstante, un incremento significativo en dichos niveles se considera potencialmente peligroso y requiere atención y gestión adecuadas.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) documenta que existen efectos de la contaminación del aire sobre la salud a corto y largo plazo, siendo la exposición a largo plazo y de larga duración la más significativa para la salud pública.

Por lo tanto (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2024) publica una tabla (ver Tabla 1) en su sitio web en donde se muestran los niveles de riesgo para PM10 y PM2.5. Cabe mencionar, que los niveles 2 y 3 se considera uno solo pero en cualquiera de los dos se debe tomar precaución.

Tabla 1: Niveles de riesgo

NIVEL	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RIESGO
1	70	35	15% Mayor riesgo de mortalidad a largo plazo.
2	50	25	6% Menor riesgo de mortalidad a largo plazo en relación con el Nivel 1.
3	30	15	6% Menor riesgo de mortalidad a largo plazo en relación con el Nivel 2.
4	20	10	Nivel más bajo en presentar aumento al riesgo a la salud en respuesta a la exposición a largo plazo a PM2.5.

2. Materiales y Método

2.1. Arduino UNO

Como se ha mencionado anteriormente, al tratarse de un prototipo se utilizaron materiales de fácil acceso para su desarrollo, por lo tanto, se opta por utilizar tecnología de Arduino.

Arduino es una empresa italiana fundada en el año 2005 en el Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea, Italia. Este proyecto nace bajo la necesidad de contar con diversos dispositivos para utilizar en aulas y que fueran principalmente de bajo costo.

Los miembros fundadores de Arduino son Massimo Banzi, David Cuartielles, David Mellis, Tom Igoe y Gianluca Martino (Arduino.cl, 2024). Una de las características de Arduino es que es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual se basa en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los usuarios.

En específico para este proyecto se utilizó el modelo de placa Arduino UNO (ver Figura 3). Esta placa cuenta con un microcontrolador ATmega328P-PU en donde se pueden

grabar instrucciones, las cuáles se escriben con el lenguaje de programación en el entorno Arduino IDE.

Por otro lado, existe la posibilidad de conectar una amplia variedad de periféricos para enviar datos al microcontrolador, como pueden ser cámaras, teclados o sensores.

También cuenta con una interfaz de salida que se encarga de llevar la información procesada a otros periféricos como pantallas o altavoces (Arduino.cl, 2024).

El modelo Arduino UNO cuenta con algunos componentes clave que le permiten funcionar como una plataforma de desarrollo:

- **Cristal oscilador:** El Arduino UNO incluye un cristal oscilador de 16 MHz que proporciona el reloj necesario para sincronizar las operaciones del microcontrolador.
- **Puertos de entrada/salida (E/S):** Tiene una variedad de pines de entrada/salida que pueden utilizarse para conectar sensores, actuadores y otros dispositivos electrónicos. Estos incluyen pines digitales y pines analógicos.
- **Puerto USB:** Tiene un puerto USB que se utiliza para la comunicación con un ordenador y para cargar el código en el microcontrolador.
- **Regulador de voltaje:** Incluye un regulador de voltaje que permite alimentar la placa con una amplia gama de tensiones de entrada (generalmente de 7 a 12 voltios) y proporciona un voltaje de salida de 5 voltios para alimentar el microcontrolador y otros componentes.
- **Conector de alimentación:** Tiene un conector de alimentación que puede ser utilizado para alimentar la placa con una fuente de alimentación externa en lugar de a través del puerto USB.
- **Botón de “reset”:** El Arduino UNO incluye un botón de “reset” que puede utilizarse para reiniciar el microcontrolador y comenzar la ejecución del programa desde el principio.



Figura 3: Vista a detalle de un Arduino modelo UNO

2.2. Sensor Sharp GP2Y1010AU0F

Al trabajar con tecnología Arduino para la detección de PM2.5 se eligió un sensor óptico con las características necesarias para detectar este tipo de partículas de manera

precisa. El sensor elegido pertenece a la marca Sharp, modelo GP2Y1010AU0F (ver Figura 4).

Esta es una opción popular para proyectos de monitorización de calidad del aire y otras aplicaciones donde la detección de partículas de polvo es importante.

Este sensor funciona utilizando un diodo infrarrojo y un fototransistor para detectar la luz dispersada por las partículas de polvo, cuando las partículas de polvo pasan entre el diodo emisor y el fototransistor, la luz infrarroja se dispersa, lo que produce una señal eléctrica proporcional a la concentración de partículas (Sharp, 2006).



Figura 4: Vista a detalle del sensor modelo GP2Y1010AU0F

2.3. Diseño del prototipo

En este apartado se describe que función tienen los componentes más importantes del prototipo que se desarrolla con el fin de entender cómo se va a abordar el problema planteado. El diseño se dividió en 3 fases:



1. **Datos analógicos:** Los datos analógicos se refieren al mundo real, como puede ser luz, sonido, temperatura, presión, aire etc. Para el caso específico de este proyecto, los datos analógicos son PM2.5 las cuáles son captadas por el sensor óptico.

2. **Arduino UNO:** Una vez que el sensor obtiene los datos del mundo analógico estos son procesados y convertidos a datos digitales por la placa Arduino previamente programada y con todas las conexiones necesarias. Por otro lado, la placa Arduino cuenta con una alarma de tres estados:

- **LED verde:** Presencia nula de PM2.5, el ambiente se encuentra limpio.
- **LED amarillo:** Incremento en PM2.5, el usuario debe tomar precaución.
- **LED rojo:** Presencia total de PM2.5 en el ambiente, se deben tomar las medidas necesarias.

- **Buzzer:** Esta alarma se activa y emite un sonido cada segundo únicamente cuando el LED rojo se enciende para indicar presencia de PM2.5 y alertar a los usuarios.
3. **Módulo Bluetooth HC-05:** Envía los datos procesados y convertidos a un dispositivo móvil previamente configurado.
4. **Usuario:** El usuario cuenta con la posibilidad de obtener los datos en una computadora o en su dispositivo móvil.

2.4. Cálculo en la densidad del polvo

Para realizar el cálculo de la densidad de polvo en el ambiente, fue necesario desarrollar diversas ecuaciones matemáticas específicas.

Ecuación 1: Medición de Voltaje.

$$VoMeasured = analogRead(measuredPin) \quad (1)$$

- **analogRead(measurePin):** Es una función en Arduino que lee el valor de un pin analógico (measurePin) y devuelve un valor entre 0 y 1023.
- **VoMeasured:** Es la variable donde se almacena el valor leído. Este valor representa una lectura de voltaje en una escala de 0 a 1023, donde 0 corresponde a 0V y 1023 corresponde al voltaje de referencia del Arduino, generalmente 5V.

Ecuación 2: Cálculo del Voltaje.

$$calcVoltage = \frac{5 \times VoMeasured}{1024} \quad (2)$$

- **calcVoltage:** Es el voltaje calculado a partir del valor analógico medido. La fórmula convierte el valor leído (VoMeasured) a un voltaje real.
- **5:** Representa el voltaje de referencia del Arduino.
- **1024:** Es el valor máximo que puede ser leído por analogRead. La ecuación completa convierte el valor analógico en un voltaje real en el rango de 0 a 5V.

Ecuación 3: Cálculo de la Densidad de Polvo.

$$dustDensity = 0.17 \times calcVoltage - 0.1 \quad (3)$$

- **DustDensity:** Es la densidad de polvo calculada.
- **0.17:** Es un factor de calibración que convierte el voltaje (calcVoltage) en una densidad de polvo.
- **-0.1:** Es un ajuste para la calibración, es necesario para corregir cualquier desviación sistemática en la medición. La ecuación lineal relaciona el voltaje calculado (calcVoltage) con la densidad de polvo medida, basado en características específicas del sensor y la calibración.

Condicionales:

→ Densidad de polvo menor o igual a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$:

$$\text{If } dustDensity \leq 0.1$$

→ Densidad de polvo entre 11 y $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$:

$$\text{If } dustDensity \leq 0.25$$

→ Densidad de polvo mayor a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$:

$$\text{If } dustDensity > 0.25$$

2.5. Implementación

A) Una vez definida la visión y los objetivos generales del prototipo, se procedió a realizar una simulación detallada empleando el software Fritzing. Este paso es fundamental para validar el diseño conceptual y asegurar que todos los componentes interactúan correctamente antes de la construcción física del prototipo (ver Figura 5).

La simulación en Fritzing permite identificar y corregir posibles errores de diseño en una etapa temprana del desarrollo, optimizando así el proceso y garantizando una mayor precisión en el resultado final.

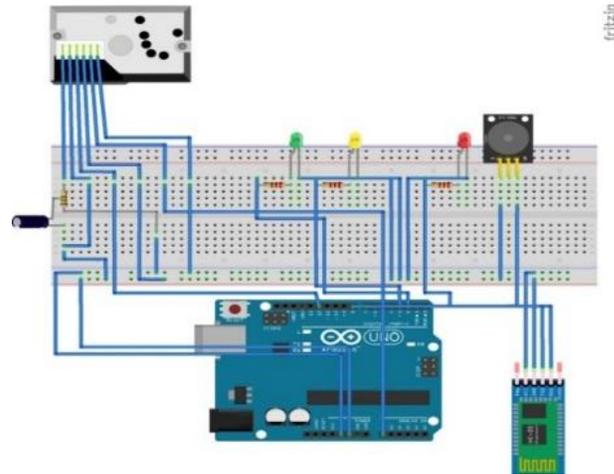


Figura 5: Diagrama de conexión

B) Finalmente, se optó por diseñar una base compacta que proteja parte de los componentes y una estructura tipo chimenea para ubicar el sensor en la parte superior. Esto permite que el humo que contiene PM2.5 ascienda directamente hacia el sensor simulando un entorno cerrado y alienado con los objetivos del prototipo.

Tanto la base como la chimenea están fabricadas de vidrio color negro, para generar una presentación más seria y profesional. A continuación, se muestra una serie de imágenes del prototipo terminado (ver Figura 6 y 7).

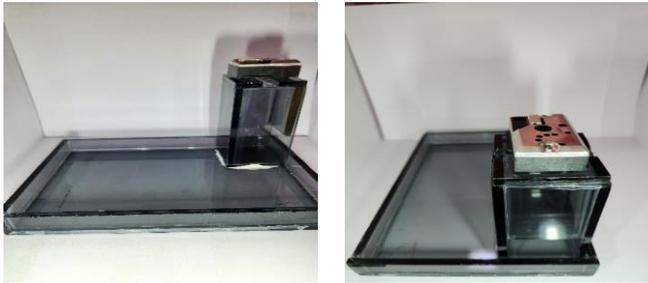


Figura 6: Vista de la estructura sin componentes

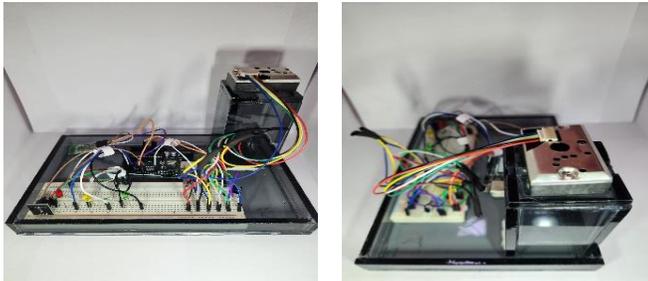
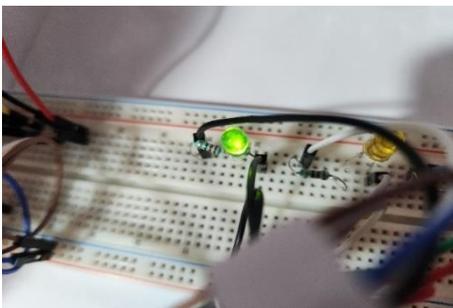


Figura 7: Vista a detalle del prototipo

3. Resultados

Nivel BAJO ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o menos)

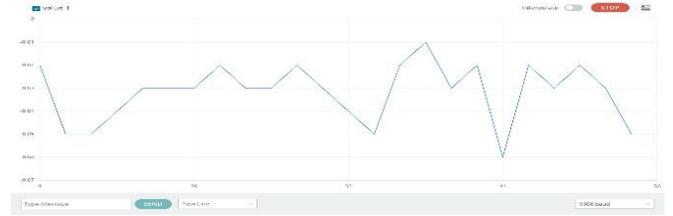
1. Al conectar la placa Arduino UNO a la computadora, se enciende un LED color verde indicando que la densidad de polvo se encuentra en un nivel bajo y no representa un riesgo para la salud.



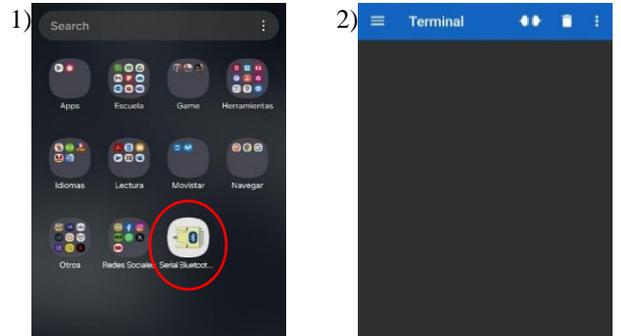
2. Se puede observar la lectura de los datos en el Serial Monitor del Arduino IDE, en este caso se registra una densidad de polvo menor a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y un nivel bajo.



3. Por otro lado, existe la posibilidad de visualizar la lectura de los datos en el Serial Plotter. En esta imagen se puede observar que la gráfica se encuentra por debajo de 0 puesto que el ambiente está limpio y no existe ningún peligro.



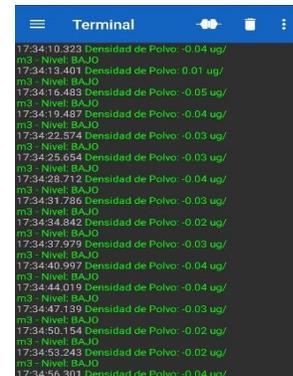
4. Para acceder a la lectura de los datos en un dispositivo móvil por medio de la conexión Bluetooth, basta con acceder a la aplicación Serial Bluetooth Terminal como se muestra en la siguiente serie de imágenes.



5. Cuando se ingresa a la aplicación previamente descargada, se debe seleccionar el módulo Bluetooth para Arduino modelo HC-05 y la conexión se realiza automáticamente como se muestra en las imágenes.

```
-> Densidad de Polvo: -0.00 ug/m3 - Nivel: BAJO
-> -0.00
-> Densidad de Polvo: -0.02 ug/m3 - Nivel: BAJO
-> -0.02
-> Densidad de Polvo: -0.02 ug/m3 - Nivel: BAJO
-> -0.02
-> Densidad de Polvo: 0.00 ug/m3 - Nivel: BAJO
-> 0.00
-> Densidad de Polvo: -0.01 ug/m3 - Nivel: BAJO
-> -0.01
-> Densidad de Polvo: 0.01 ug/m3 - Nivel: BAJO
-> 0.01
-> Densidad de Polvo: -0.01 ug/m3 - Nivel: BAJO
-> -0.01
-> Densidad de Polvo: 0.00 ug/m3 - Nivel: BAJO
-> 0.00
-> Densidad de Polvo: -0.00 ug/m3 - Nivel: BAJO
-> -0.00
```

6. Cuando el dispositivo móvil genera la conexión de manera correcta, los mismos datos que se muestran en la computadora se empiezan a enviar al dispositivo como se muestra en la imagen. Como en este punto no se ha generado la combustión de algún material que desprenda PM2.5 el nivel bajo se continúa mostrando.



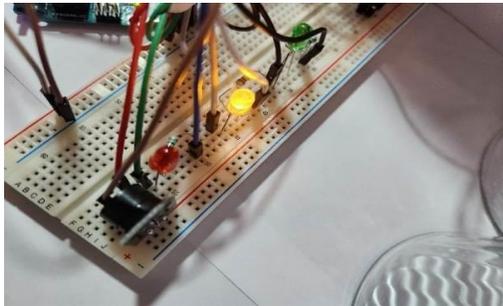
Nivel REGULAR (11 a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

1. Como se menciona anteriormente, las pruebas para la detección de PM2.5 y medición de la densidad del polvo en microgramos/metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) se realiza con la quema de cerillos de madera y papel servilleta como se muestra en la siguiente serie de imágenes.



2. En cuanto se acerca el humo que desprenden estos materiales al ser quemados, el sensor detecta las partículas y el LED amarillo se enciende indicando un aumento en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En este nivel, el usuario debe tomar precaución para evitar daños a la salud.



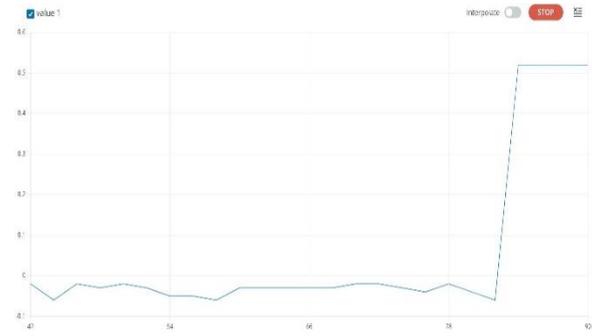
3. Aumento de los niveles vistos desde el Serial Monitor de Arduino IDE.

Al ser demasiada la cantidad de humo que detecta el sensor, rápidamente pasa de un estado regular a un estado alto.

```

Monitor x
r to send message to 'Arduin' New Line 9600 baud
-> 0.33
-> Densidad de Polvo: 0.15 ug/m3 - Nivel: REGULAR
-> 0.15
-> Densidad de Polvo: 0.53 ug/m3 - Nivel: ALTO
-> 0.53
-> Densidad de Polvo: 0.53 ug/m3 - Nivel: ALTO
-> 0.53
    
```

4. Aumento de los niveles vistos desde el Serial Plotter. Se puede observar de manera clara el cambio de forma que toma la gráfica al cambiar de un estado a otro.

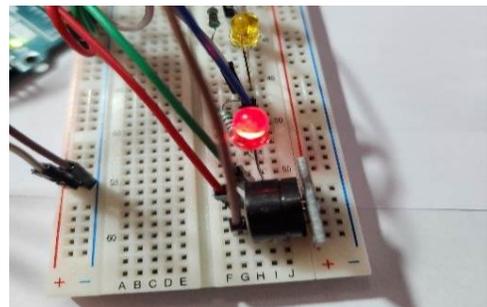


5. Los niveles en aumento también se pueden visualizar en el dispositivo móvil.



Nivel ALTO (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o más)

1. Finalmente, cuando se acerca lo suficiente el humo al sensor y los $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comienzan a aumentar a niveles dañinos para la salud, se enciende un LED rojo y suena el Buzzer cada segundo para alertar a los usuarios que los niveles son peligrosos y se deben tomar las medidas o protocolos correspondientes.

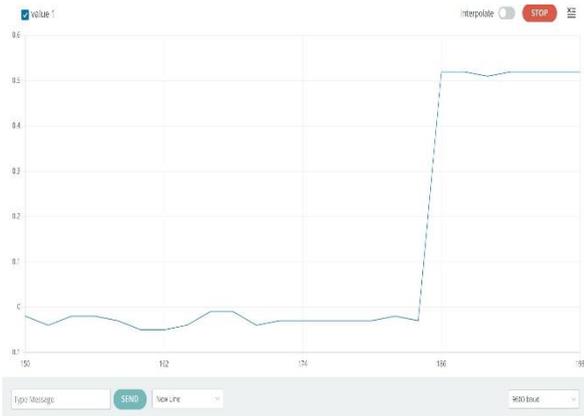


2. En este punto, la densidad de polvo supera los 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y se marca como un nivel alto en el Serial Monitor.

```

Monitor x
r to send message to 'Arduino Uno' on 'COM6'
-> 0.52
-> Densidad de Polvo: 0.52 ug/m3 - Nivel: ALTO
-> 0.52
-> Densidad de Polvo: 0.52 ug/m3 - Nivel: ALTO
-> 0.52
-> Densidad de Polvo: 0.52 ug/m3 - Nivel: ALTO
-> 0.52
-> Densidad de Polvo: 0.50 ug/m3 - Nivel: ALTO
-> 0.50
-> Densidad de Polvo: 0.52 ug/m3 - Nivel: ALTO
-> 0.52
-> Densidad de Polvo: 0.52 ug/m3 - Nivel: ALTO
-> 0.52
-> Densidad de Polvo: 0.52 ug/m3 - Nivel: ALTO
-> 0.52
-> Densidad de Polvo: 0.52 ug/m3 - Nivel: ALTO
-> 0.52
    
```

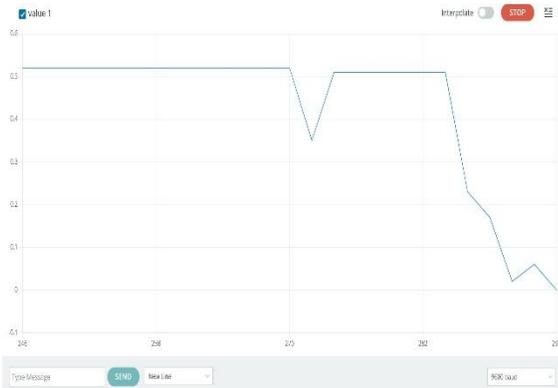
3. La gráfica sigue cambiando de forma y se observa de manera clara el aumento de $\mu g/m^3$, pasando por cada uno de los estados, bajo, regular y alto.



4. De la misma manera, los datos que se muestran en la computadora se muestran en el dispositivo móvil.



5. Finalmente, a medida que el humo se aleja y el ambiente se comienza a limpiar, los niveles comienzan a bajar poco a poco, como lo muestra la gráfica generada por el Serial Plotter



3.1 Desarrollo de una Red Neuronal Artificial (ANN)

Una vez finalizado el prototipo y verificado su correcto funcionamiento en la medición de la densidad de PM2.5, clasificando estos valores en tres categorías (BAJO, REGULAR y ALTO), se procede a desarrollar una Red

Neuronal Artificial (ANN) utilizando el lenguaje de programación Python.

Esta red neuronal se diseña con el propósito de clasificar cualquier valor aleatorio ingresado por el usuario, determinando a cuál de los tres estados mencionados pertenece dicho valor.

La implementación de la red neuronal no solo incrementa la precisión en la clasificación, sino que también mejora la capacidad del sistema para manejar datos no vistos previamente, robusteciendo así la herramienta de análisis y predicción de la calidad del aire.

3.2 Arquitectura propuesta

Se propone una arquitectura de Red Neuronal Artificial (ANN) diseñada específicamente para satisfacer los requerimientos del proyecto (ver Figura 8).

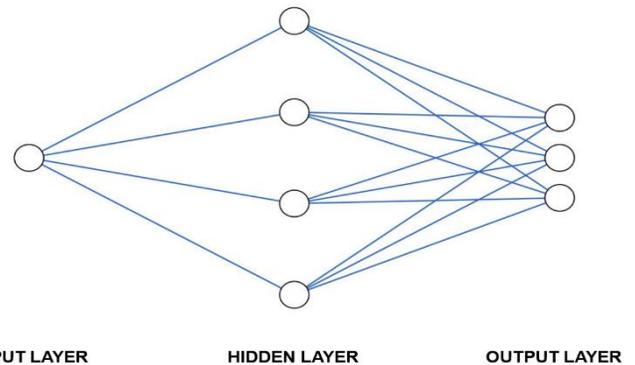


Figura 8: Red Neuronal Artificial propuesta

3.3 Capas

1. **Capa de Entrada (Input Layer):** La Red Neuronal Artificial cuenta con una única entrada, denominada 'DENSIDAD'. Esta entrada está especificada en el código de programación mediante el parámetro `input_dim=1`, lo que indica que el modelo recibe el único valor numérico correspondiente a la densidad de PM2.5.

2. **Capa Oculta (Hidden Layer):** La capa oculta de la red consta de cuatro neuronas completamente conectadas, definidas en el código con `Dense(4)`. Cada neurona en esta capa utiliza la función de activación ReLU (Rectified Linear Unit), que se especifica con `activation='relu'`.

La función ReLU es elegida por su eficiencia en el entrenamiento de redes neuronales, ya que ayuda a mitigar el problema del desvanecimiento del gradiente y permite un aprendizaje más rápido y efectivo.

3. **Capa de Salida (Output Layer):** La capa de salida de la red consta de tres neuronas, cada una correspondiente a uno de los tres estados de clasificación: BAJO, REGULAR y ALTO. Esta configuración se define en el código con `Dense(3, activation='softmax')`. La función de activación Softmax se utiliza para convertir las salidas en probabilidades, permitiendo así la clasificación de la entrada en una de las tres categorías. Esta función asegura que la suma de las probabilidades de todas las clases sea igual a uno, facilitando

una interpretación clara y precisa de los resultados de clasificación.

3.4 Funciones de activación

→ **Función de Activación ReLU (Rectified Linear Unit):**

$$ReLU(x) = \max(0, x) \tag{4}$$

La función ReLU es una de las funciones de activación más utilizadas en redes neuronales debido a su simplicidad y eficacia. Esto significa que la salida de la función ReLU es igual al valor de entrada x si x es mayor que 0; de lo contrario, la salida es 0. En términos formales:

$$ReLU(x) = \begin{cases} x, & \text{si } x > 0 \\ 0, & \text{si } x \leq 0 \end{cases}$$

→ **Función de Activación Softmax:**

$$Softmax(z_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^n e^{z_j}} \tag{5}$$

La función Softmax se utiliza principalmente en la capa de salida de una red neuronal para problemas de clasificación multiclase. La fórmula matemática de la función Softmax para una entrada vectorial es $\mathbf{z} = [z_1, z_2, \dots, z_n]$. Para cada elemento z_i del vector de entrada \mathbf{z} , Softmax convierte estos valores en probabilidades. La función asegura que la suma de todas las probabilidades es igual a 1.

Donde:

- e : Es la base del logaritmo natural.
- z_i : Es el i -ésimo valor del vector de entrada.
- n : Es el número de clases.

La función Softmax es útil para modelos de clasificación multiclase porque proporciona una manera de interpretar las salidas de la red neuronal como probabilidades, facilitando la determinación de la clase más probable para una entrada dada.

3.5 Análisis de la Red Neuronal Artificial

Se realiza el análisis de los resultados tras la obtención de los datos del sensor el cual estuvo en operación por 25 minutos, el procesamiento y limpieza de los datos, así como la programación de la Red Neuronal Artificial.

1. **Base de datos:** La base de datos contiene un total de 1765 registros obtenidos por el sensor.

2. **Entrenamiento:** Para el entrenamiento de la red neuronal se utiliza el 80% de los datos, lo que equivale a 1412 registros.

3. **Validación:** Los datos utilizados para la validación comprenden el 20% restante, es decir, un total de 353 registros.

4. **Datos de prueba (externos):** Por último, se realizaron 20 pruebas, introduciendo niveles de densidad de polvo de manera aleatoria para verificar la precisión. La red neuronal acertó en las 20 pruebas realizadas.

5. **Precisión:** Al concluir el entrenamiento del modelo, se calcula la precisión (Accuracy) dividiendo el número de predicciones correctas entre el número total de predicciones teniendo como resultado un 99.90%.

6. **Curva de Entrenamiento y Validación** (ver Figura 9): Ambas líneas (Entrenamiento y Validación) muestran un incremento progresivo y eventualmente convergen, alcanzando una precisión superior al 95% después de 50 épocas.

Este resultado indica que la Red Neuronal desarrollada es confiable para la clasificación de los niveles de PM2.5 en el entorno.

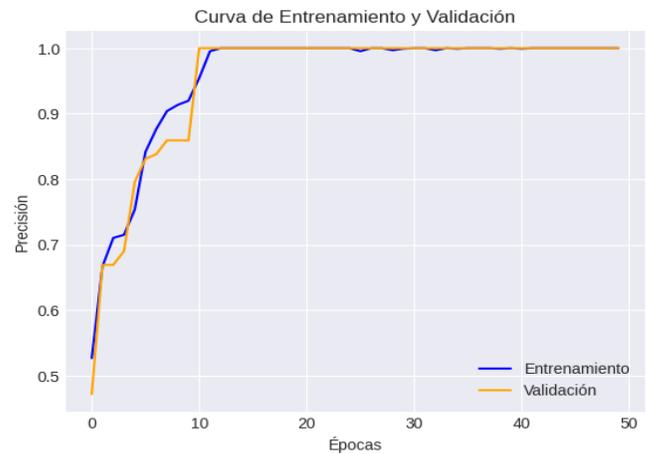


Figura 9: Curva con datos de Entrenamiento y Validación

7. **Pérdida de Entrenamiento y Validación** (ver Figura 10): En esta gráfica se observa que la pérdida inicialmente es superior a 0.8 en ambas instancias (Entrenamiento y Validación). Sin embargo, a medida que progresan las épocas, la pérdida disminuye gradualmente hasta aproximarse a 0.

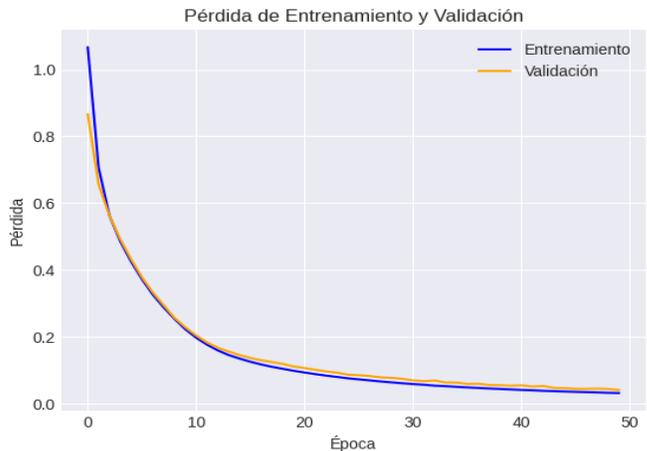


Figura 10: Gráfica de pérdida en Entrenamiento y Validación

4. **Matriz de Confusión** (ver Figura 11): Como parte del análisis de resultados, se presenta una matriz de confusión que muestra los siguientes números: 88 clasificaciones correctas para el nivel ALTO como ALTO, 104 para REGULAR como REGULAR y 161 para BAJO como BAJO.

Los demás cuadros muestran valores de 0, indicando un desempeño sobresaliente de la Red Neuronal en la clasificación.

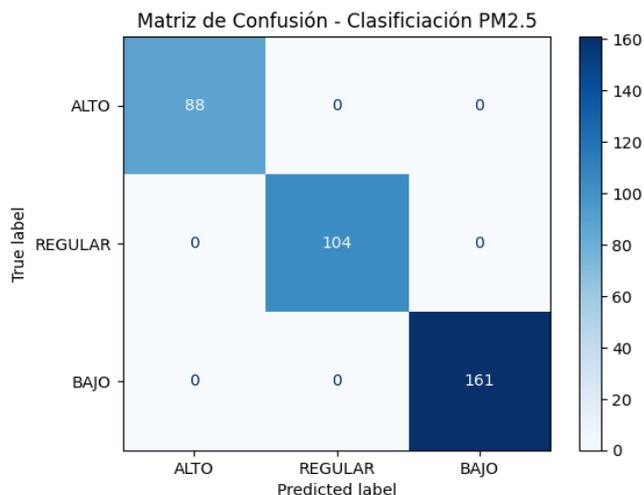


Figura 11: Matriz de Confusión obtenida en los datos de Validación

4. Discusión

Como parte de la discusión de este artículo, se concluye que los resultados obtenidos son consistentes con los hallazgos reportados por diversos autores en la literatura revisada. Es importante destacar que, al igual que en los estudios previos, se han empleado materiales de fácil acceso, lo que ha permitido obtener resultados superiores a las expectativas iniciales. A pesar de tratarse de un prototipo, los resultados demostraron ser altamente confiables, con un porcentaje de precisión superior al 95%.

Además, este prototipo ofrece a los usuarios la capacidad de acceder a información precisa y en tiempo real sobre el medio ambiente, contribuyendo a un estilo de vida más saludable y conciencia del entorno que lo rodea. Por otro lado, se presenta una solución valiosa para las autoridades, facilitando la mejora en el monitoreo ambiental y en la implementación de prácticas que benefician a la sociedad.

Estos aspectos están alineados con los objetivos clave propuestos por los autores en el estado del arte, subrayando la relevancia y el impacto social de este trabajo.

5. Conclusiones

El desarrollo de prototipos rápidos para la detección de PM2.5 representa un avance importante en la lucha contra la contaminación atmosférica, un problema global que afecta la salud pública y el medio ambiente. Estos prototipos no solo permiten una respuesta más rápida ante niveles elevados de partículas finas, sino que también facilitan la toma de

decisiones informadas para proteger la salud de las comunidades afectadas.

La implementación de Inteligencia Artificial, específicamente Redes Neuronales Artificiales (ANN), para robustecer estos prototipos es fundamental. Las redes neuronales pueden procesar grandes volúmenes de datos de manera eficiente y precisa, mejorando la capacidad de los dispositivos para clasificar y predecir la concentración de PM2.5 con alta exactitud. Esto no solo optimiza la monitorización en tiempo real, sino que también permite una intervención más efectiva y oportuna por parte de las autoridades y los ciudadanos.

El impacto de estos avances tecnológicos se extiende más allá de la simple detección. Proporcionan datos fundamentales para la formulación de políticas públicas orientadas a reducir las emisiones y proteger la calidad del aire en áreas urbanas y rurales. Además, empoderan a las comunidades con información accesible y transparente sobre los niveles de contaminación, fomentando una mayor conciencia ambiental y promoviendo comportamientos más sostenibles.

En términos de salud pública, la capacidad de anticipar y gestionar la exposición a PM2.5 puede significar la diferencia entre la vida y la muerte, especialmente para grupos vulnerables como niños pequeños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias crónicas. La combinación de prototipos rápidos y IA no solo mejora la vigilancia continua de la calidad del aire, sino que también fortalece la capacidad de las comunidades para proteger su bienestar a largo plazo.

En conclusión, invertir en el desarrollo y perfeccionamiento de prototipos rápidos para la detección de PM2.5, fortalecidos con Inteligencia Artificial como Redes Neuronales Artificiales, es esencial para mitigar los efectos adversos de la contaminación atmosférica en la sociedad. Estas tecnologías no solo son herramientas poderosas para la monitorización ambiental, sino que también representan un compromiso con la salud pública, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo de comunidades más resilientes frente a los desafíos ambientales del siglo XXI.

5.1 Trabajos futuros

Se espera que este prototipo de alarma ambiental para PM2.5 sirva de apoyo para futuros trabajos e investigaciones tecnológicas. En este sentido, se proponen las siguientes mejoras e implementaciones adicionales para potenciar su utilidad:

- **Incorporación de un módulo WiFi para Arduino:** Esto permitiría el acceso remoto a los datos en cualquier lugar, facilitando el monitoreo y la gestión de la calidad del aire en tiempo real.
- **Extractor o ventilación:** Se puede agregar un extractor o un sistema de ventilación al sistema con el objetivo de limpiar el ambiente que contenga PM2.5 y así evitar daños a la salud.
- **Integración de sensores ambientales adicionales:** Añadir otros tipos de sensores ambientales ayudaría a crear una red o sistema

integral para el monitoreo y cuidado de la salud y el medio ambiente.

- **Desarrollo de una aplicación para dispositivos Android y iOS:** Diseñar una aplicación específica permitiría a los usuarios acceder a los datos y gestionar el sistema, incluyendo la activación y desactivación de la alarma desde sus dispositivos móviles además de poder ver las gráficas en el aumento de PM2.5
- **Optimización del consumo energético:** Realizar ajustes en el diseño y funcionamiento del prototipo para minimizar el consumo de energía.

Esto incluiría el uso de componentes de bajo consumo y la implementación de modos de ahorro de energía, lo que aumentaría la autonomía del dispositivo y su viabilidad en entornos con recursos limitados.

Estas mejoras adicionales contribuirán a la robustez, eficiencia y usabilidad del sistema, facilitando su integración en proyectos más amplios y su adopción en distintos contextos de aplicación.

6. Agradecimientos

7. Referencias

- Ángulo Montenegro, K. L. (2023). *Ecosistema de internet de las cosas orientado a la adquisición automática de datos ambientales y de calidad del aire*. Esmeraldas: Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Esmeraldas.
- Arduino.cl. (6 de Mayo de 2024). *¿Qué es Arduino?* Obtenido de *¿Qué es Arduino?*: <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Astudillo Vásquez, J. A., & Maldonado Zhindón, C. R. (2022). *Diseño de un sistema ANDON en la línea de producción de ladrillos refractarios en la empresa Samothermal*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Botello Mendoza, N., & Arenas Castro, J. C. (2023). *Estudio de la viabilidad de implementación de una estación de monitoreo de la calidad del aire utilizando la tecnología Arduino*. Cúcuta: Universidad Libre Seccional Cúcuta.
- California Office for Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA). (2 de Mayo de 2024).

- PM2.5. Obtenido de PM2.5: <https://oehha.ca.gov/calenviroscreen/indicador/pm25>
- INEGI. (2024). *Estadística de Defunciones Registradas (EDR)*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (21 de Enero de 2021). *Partículas suspendidas PM10 y PM2.5 dañan la salud y medio ambiente*. Obtenido de Partículas suspendidas PM10 y PM2.5 dañan la salud y medio ambiente: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/particulas-suspendidas-pm10-y-pm2-5-danan-salud-y-medio-ambiente>
- IQAir Staff Writers. (6 de Mayo de 2024). *PM2.5*. Obtenido de *PM2.5*: <https://www.iqair.com/mx/newsroom/pm2-5>
- OMS. (16 de Marzo de 2023). *Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)*. Obtenido de Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC): [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)#:~:text=La%20enfermedad%20pulmonar%20obstructiva%20cr%C3%B3nica%20\(EPOC\)%20es%20una%20enfermedad%20pulmonar,da%C3%B1ar%20u%20obstruir%20los%20pulmones.](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd)#:~:text=La%20enfermedad%20pulmonar%20obstructiva%20cr%C3%B3nica%20(EPOC)%20es%20una%20enfermedad%20pulmonar,da%C3%B1ar%20u%20obstruir%20los%20pulmones.)
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (16 de Mayo de 2024). *Calidad del Aire Ambiente*. Obtenido de Calidad del Aire Ambiente: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire/calidad-aire-ambiente>
- Sharp. (2006). *GP2Y1010AU0F*. Tokio: Sharp.
- Universidad Europea Creative Campus. (20 de Abril de 2022). *¿Qué es un prototipo y para qué sirve?* Obtenido de *¿Qué es un prototipo y para qué sirve?*: <https://creativecampus.universidadeuropea.com/blog/que-es-prototipo/>

Microsoft Exchange server una alternativa para crear y administrar cuentas de usuario en una institución educativa

Microsoft Exchange server an alternative for creating and managing user accounts in an educational institution.

Vázquez Delgado Luis Enrique

División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, TESE - TecNM, Ecatepec, 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México.

Resumen

Este artículo explora Microsoft Exchange Server como una solución eficaz para la creación y administración de cuentas en instituciones educativas. Se describen sus beneficios y funciones, y se analiza su integración con aplicaciones web como Microsoft 365 y Azure Security. Además, se examina el rol de Azure como centro de administración para las cuentas creadas mediante Exchange Server.

Palabras clave: Microsoft Exchange Server, Microsoft 365, Azure Security, Cuentas

Abstract

This article explores Microsoft Exchange Server as an effective solution for account creation and management. It describes its benefits and features and discusses its integration with web applications such as Microsoft 365 and Azure Security. In addition, it examines Azure's role as a management hub for accounts created using Exchange Server.

Keywords: Microsoft Exchange Server, Microsoft 365, Azure Security, Accounts

1. Introducción

El propósito de este artículo es examinar detalladamente Microsoft Exchange Server como una alternativa para la creación y administración de cuentas de los usuarios para facilitar la comunicación y la colaboración dentro de las instituciones educativas, ofreciendo una amplia gama de características y funcionalidades (Microsoft, 2024c). Proporciona a los usuarios una cuenta de correo electrónico laboral o escolar, comúnmente conocida como cuenta de Microsoft Exchange, que sirve como un centro centralizado para administrar diversas tareas de comunicación (Microsoft, 2024c). Exchange Server incluye software de calendario y herramientas para gestionar contactos, lo que lo convierte en una solución (Microsoft, 2024b) para las instituciones educativas. se integra perfectamente con Microsoft 365 y Azure Security para la gestión integral las cuentas (Microsoft, 2024m).

2. Materiales y Método

Microsoft Exchange Server permite el acceso móvil y web, y facilita la sincronización. Azure Microsoft 365 y Exchange actúa como centro de administración para las cuentas.

2.1. ¿Qué es Microsoft Exchange Server?

Microsoft Exchange Online es una solución de mensajería alojada que ofrece correo electrónico, calendario, contactos y tareas desde PC, la Web y dispositivos móviles. Se integra completamente con Microsoft Entra ID, lo que permite a los administradores utilizar políticas de grupo, así como otras herramientas de administración, para administrar las funciones de Exchange Online en todo su entorno. (Microsoft, 2024k)

*Autor para la correspondencia: 201820534@tese.edu.mx

Correo electrónico: 201820534@tese.edu.mx (Luis Enrique, Vázquez-Delgado).

2.2. Beneficios

1. Seguridad y Conformidad: Exchange Server proporciona avanzadas características de seguridad como filtrada de spam y *malware*, políticas de retención de datos y soporte para auditorías y conformidad. La integración con Azure Security refuerza aún más estas capacidades, proporcionando monitoreo continuo de amenazas. (Microsoft, 2024k).

2 alta Disponibilidad y Recuperación ante Desastres: Exchange Server ofrece herramientas para la recuperación de datos. Estas características aseguran que los servicios de correo electrónico permanezcan operativos incluso en caso de fallos de hardware o desastres. (RECIO, 2023).

3 integraciones con Microsoft 365: Permite una integración fluida con Microsoft 365, facilitando el acceso a una suite completa de herramientas de productividad. Los usuarios pueden acceder a sus correos electrónicos, calendarios y archivos desde cualquier lugar y dispositivo, lo que mejora la colaboración y la productividad. (RECIO, 2023).

4 integración con Microsoft Office: Exchange Email Server se integra perfectamente con otras aplicaciones de Microsoft Office, como Outlook, Word y Excel, lo que facilita la creación y gestión de documentos relacionados con los correos electrónicos (RECIO, 2023).

5 sincroniza todo en la nube: con apoyo de Office 365 tendrás tus correos, calendarios y la información de contactos en todos tus dispositivos actualizados en tiempo real. De esta forma, estarás siempre al día, independientemente del dispositivo que uses. (Santamaria, 2022).

2.3. Funciones

Microsoft Exchange Server proporciona funciones sólidas para crear y administrar cuentas de usuario de manera eficiente (Microsoft, 2024c). El Centro de administración de Exchange (EAC) es un centro central para que los administradores manejen diversas tareas relacionadas con los usuarios de correo electrónico, incluida la creación, modificación y eliminación de cuentas (Microsoft, 2024g). A través del EAC, los administradores pueden configurar fácilmente nuevos usuarios de correo electrónico, asignar permisos y administrar la configuración de los usuarios para garantizar una comunicación fluida y segura dentro de la organización (Microsoft, 2024g). Además, Exchange Server permite la creación y gestión de índices mediante indexación de texto completo, lo que permite búsquedas y consultas rápidas (Microsoft, 2006). Esta característica mejora la productividad del usuario al facilitar el acceso rápido a la información dentro de sus cuentas.

Además de las cuentas de usuario, Microsoft Exchange Server ofrece una funcionalidad integral para crear y

administrar cuentas de grupo (Microsoft, 2023c). Los administradores pueden utilizar el EAC para crear, modificar, exportar o eliminar grupos dentro de la organización Exchange Online (Digital Guide, 2023). Al aprovechar estas capacidades de gestión de cuentas grupales, pueden optimizar la comunicación y la colaboración entre los miembros del equipo, garantizando un flujo de trabajo eficiente y el intercambio de información (Microsoft, 2024j). Además, Exchange Server permite la creación de grupos de distribución, lo que permite la difusión dirigida de información a grupos específicos de usuarios dentro de la institución educativa (Microsoft, 2006). Este enfoque personalizado para la gestión de cuentas grupales mejora la eficacia de la comunicación y la eficiencia organizacional.

Además, Microsoft Exchange Server facilita la creación y gestión de cuentas de recursos, como carpetas públicas, para organizar y compartir información de forma eficaz (Microsoft, 2024c). Los administradores pueden crear grupos administrativos dedicados a gestionar regiones específicas, asegurando que los recursos se asignen y accedan adecuadamente (Microsoft, 2016). Al centralizar la gestión de cuentas de recursos, Exchange Server promueve el intercambio eficiente de información y la colaboración entre departamentos y equipos (Digital Guide, 2023). Este enfoque integral para la creación y administración de cuentas destaca a Microsoft Exchange como una solución de software colaborativo profesional y segura que ofrece acceso móvil y sin conexión para mejorar la comodidad y productividad del usuario (Microsoft, 2023d).

2.4. Centro de Administración Microsoft 365

El centro de administración de Microsoft 365 ofrece a los usuarios una ubicación central para encargarse de tareas administrativas comunes, como (Microsoft, 2023e):

1. agregar un dominio:

Para agregar, modificar o eliminar dominios, debe ser administrador de nombres de dominio o administrador global (Microsoft, 2023a).

2. Creación de usuarios

En este apartado se pueden crear usuarios con el dominio que tanga disponible en la cual se configurara la información básica del usuario como (Microsoft, 2023b):

- Nombre
- Apellidos
- Nombre para mostrar: Coge los datos previos, aunque puedes modificarlo. Será el nombre que estará visible
- Nombre de usuario: Indica el nombre del usuario de la cuenta, este será el que se muestre en la dirección de correo.
- Configuración de contraseñas: Puedes generar la contraseña de forma manual o automática (el sistema la crea por ti). Además, puedes requerir que el usuario tenga que modificar esta

contraseña una vez que inicie sesión; y, puedes enviar la contraseña al usuario vía mail al finalizar.

Además de la información básica del usuario permite seleccionar las licencias que vas a asignar a este usuario. Para ello, es necesario haber contratado la licencia previamente y que esté disponible para su uso.

Una vez creado el usuario, podrás ver este usuario en la ventana de Usuarios activos. Más tarde, podrás gestionar la información de este usuario y realizar diferentes acciones, como (Microsoft, 2023b):

- Cambiar rol de usuario
- Editar el nombre de la cuenta de correo de un usuario
- Editar la información de contacto de un usuario
- Cambiar contraseña de un usuario
- Administrar licencias de productos de un usuario

3. informes

En los informes se pueden ver como los usuarios de la institución usan los servicios de Microsoft 365. Por ejemplo, puede identificar quién está usando con gran frecuencia un servicio y alcanzando cuotas, o quién puede no necesitar una licencia de Microsoft 365 en absoluto. El modelo de licencia perpetua no se incluirá en los informes (Microsoft, 2023f).

Los informes están disponibles para los últimos 7, 30, 90 o 180 días. Los datos no estarán disponibles para todos los períodos de informes al instante. Los informes suelen estar disponibles en un plazo de 48 horas, pero a veces pueden tardar varios días en estar disponibles (Microsoft, 2023f), ver figura 1.

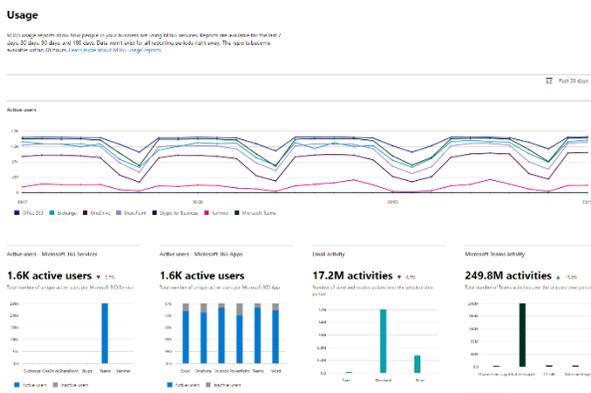


Figura 1: informe de uso

El informe Usuarios activos puede usarse para conocer cuántas licencias de productos están en uso por usuarios de la organización y explorar en profundidad la información sobre los productos que usa cada usuario. Este informe puede ayudar a los administradores a identificar productos no usados o usuarios que pueden necesitar aprendizaje o información adicional [18 (Microsoft, 20241)], ver figura 2.

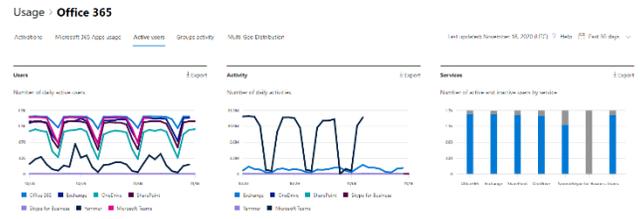


Figura 2: informe usuarios activos

4. Análisis de uso de Microsoft 365

Use el análisis de uso de Microsoft 365 en Power BI para obtener información sobre cómo su organización está adoptando los distintos servicios de Microsoft 365. Puede visualizar y analizar los datos de uso, crear informes personalizados y compartir la información dentro de su organización. También puede obtener información sobre cómo determinadas regiones o departamentos usan Microsoft 365 (Microsoft, 2024h).

El análisis de uso proporciona acceso a un panel pre compilado que proporciona una vista entre productos de los últimos 12 meses y contiene muchos informes pre compilados. Los informes que proporcionan información de uso específico. La información específica del usuario está disponible para el último mes natural completo (Microsoft, 2024h).

2.5. Azure Active directory

Azure Active Directory también llamado Microsoft Entra ID es un servicio de administración de acceso e identidad basado en la nube que sus empleados pueden usar para acceder a recursos externos. Los recursos de ejemplo incluyen Microsoft 365, Azure Portal y miles de otras aplicaciones SaaS (Microsoft, 2024a).

Microsoft Entra ID proporciona diferentes beneficios a los miembros de su organización según su función:

- Los administradores de TI utilizan Microsoft Entra ID para controlar el acceso a aplicaciones y recursos de aplicaciones, según los requisitos comerciales (Microsoft, 2024a).
- Los desarrolladores de aplicaciones pueden utilizar Microsoft Entra ID como proveedor de autenticación basado en estándares que les ayuda a agregar inicio de sesión único (SSO) a aplicaciones que funcionan con las credenciales existentes de un usuario (Microsoft, 2024a)

Entre las principales funciones que se realizan a través de este servicio son las siguientes:

1. registros de inicio

Microsoft Entra ID registra todos los inicios de sesión en un inquilino de Azure, lo que incluye las aplicaciones internas

y los recursos (Microsoft, 2024e) proporcionando las IP donde se realizó el inicio de sesión, estatus si fue correcta el inicio o erróneo, la ubicación y en que aplicación se inició sesión

2. Administración de dispositivos

Microsoft Entra ID proporciona una ubicación central desde donde administrar las identidades de los dispositivos y supervisar la información de los eventos relacionados. También se puede ver el número total de dispositivos, dispositivos obsoletos, dispositivos no conformes y dispositivos no administrados (Microsoft, 2024f) en los cuales las acciones que se puedan realizar a estos son la de habilitar eliminar y prohibir

3. registros de auditoría

Los registros de actividad de Microsoft Entra incluyen registros de auditoría, que son informes completos sobre cada evento registrado en Microsoft Entra ID. Los cambios en las aplicaciones, grupos, usuarios y licencias se capturan en los registros de auditoría de Microsoft Entra (Microsoft, 2024d).

Los registros de auditoría de Microsoft Entra ID proporcionan acceso a los registros de actividad del sistema, a menudo necesarios para el cumplimiento. Puede obtener respuestas a preguntas relacionadas con usuarios, grupos y aplicaciones como:

- Usuarios:

¿Qué tipos de cambios se aplicaron recientemente a los usuarios?

¿Cuántos usuarios han cambiado?

¿Cuántas contraseñas han cambiado?

- Grupos:

¿Qué grupos se agregaron recientemente?

¿Se han cambiado los propietarios del grupo?

¿Qué licencias son a un grupo o usuario?

- Aplicaciones:

¿Qué aplicaciones se actualizaron o eliminaron?

¿Ha cambiado la entidad de servicio de una aplicación?

¿Se han cambiado los nombres de las aplicaciones?

- Atributos de seguridad personalizados:

¿Qué cambios se realizaron en las definiciones o asignaciones de atributos de seguridad personalizados?

¿Qué actualizaciones se realizaron en los conjuntos de atributos?

¿Qué valores de atributos personalizados se asignaron a un usuario?

2.6. Exchange admin center

El Centro de administración de Exchange (EAC) es una consola de administración moderna basada en web para administrar Exchange diseñada para proporcionar una experiencia más acorde con la experiencia general de administración de Microsoft 365. Reemplaza el Panel de control de Exchange (ECP) para administrar la configuración de correo electrónico de su organización (Microsoft, 2024i).

Algunas de las características del Centro de administración de Exchange son:

- Panel personalizado, informes e información
- Nuevo panel de navegación
- Compatibilidad con Azure Cloud Shell
- Administración mejorada de buzones
- Compatibilidad con grupos
- Funcionalidades de migración

Algunas de las funciones que se pueden hacer son las siguientes:

1. Flujo de correo:

En organizaciones de Exchange Online puede usar reglas de flujo de correo (también conocidas como reglas de transporte) para identificar y tomar medidas en los mensajes que fluyen a través de su organización (Microsoft, 2024n)

Las reglas de flujo de correo son similares a las reglas de bandeja de entrada que están disponibles en Outlook. La principal diferencia es que las reglas de flujo de correo toman medidas en los mensajes mientras están en tránsito y no después de que el mensaje se entregue en el buzón (Microsoft, 2024n) (Microsoft, 2024d)

Las reglas de flujo de correo (o las reglas de transporte) de la organización no procesan los mensajes generados por el sistema. Algunos de los mensajes que no se procesan mediante reglas de flujo de correo son:

- Informe de no entrega (NDR) generado por Exchange. Las reglas de flujo de Correo de Exchange no detectarán los NDR creados por el servicio que no es de Exchange y las condiciones o excepciones de las reglas de flujo de correo principal no coincidirán.
- Mensajes enviados al buzón de arbitraje (como la notificación de solicitud de aprobación).
- Recuperar mensajes.
- Journal informe.

Una regla de flujo de correo consta de condiciones, excepciones, acciones y propiedades:

- Condiciones: identifique los mensajes a los que desea aplicar las acciones. Algunas condiciones examinan campos de encabezado del mensaje
- Excepciones: opcionalmente, identifique los mensajes a los que no deben aplicarse las acciones.
- Acciones: especifique qué hacer con los mensajes que coincidan con las condiciones de la regla y que no coincidan con ninguna de las excepciones.

- Propiedades: especifique otras opciones de configuración de reglas que no sean condiciones, excepciones o acciones

3. Resultados

El análisis detallado de Microsoft Exchange Server, en combinación con Microsoft 365 y Azure Security Center, ha revelado una serie de resultados significativos que subrayan la viabilidad y eficacia de estas herramientas en la gestión de cuentas. A continuación, se presentan los principales hallazgos de este estudio (Microsoft, 2024b).

Microsoft 365 permite a los administradores de TI crear, modificar y eliminar cuentas de manera eficiente. La capacidad de gestionar grandes volúmenes de usuarios sin comprometer el rendimiento es una de las principales ventajas observadas. (Microsoft, 2024b) ver figura 1.

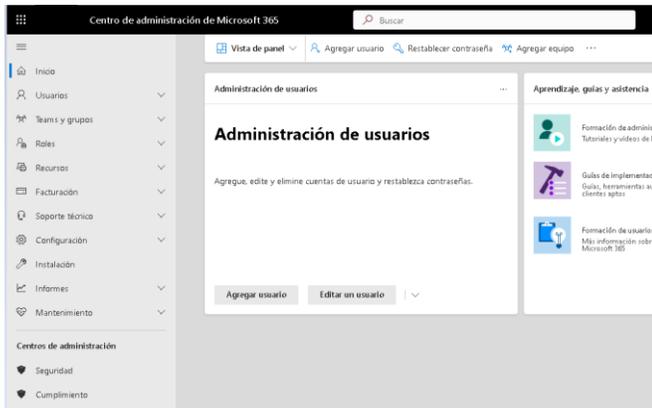


Figura 1: plataforma del Centro de administración de Microsoft 365

La administración centralizada de cuentas facilita la implementación de políticas de seguridad y el seguimiento de actividades de los usuarios. Esta centralización reduce la complejidad de gestionar múltiples sistemas y mejora la eficiencia operativa (Microsoft, 2023a) ver figura 2.

La integración de Exchange Server con Azure Security Center proporciona una capa adicional de seguridad que es crucial para proteger los datos empresariales. La capacidad de Azure Security Center (Microsoft, 2024a) para monitorear continuamente las actividades y evaluar las vulnerabilidades añade un nivel de protección que es esencial en el entorno digital actual ver figura 2 y 3.

Exchange Server, cuando se utiliza junto con Microsoft 365, ofrece una escalabilidad significativa que permite a las organizaciones crecer sin interrupciones [(Microsoft, 2024b). La flexibilidad de agregar o reducir usuarios y servicios según sea necesario permite una gestión de recursos más eficiente y rentable en:

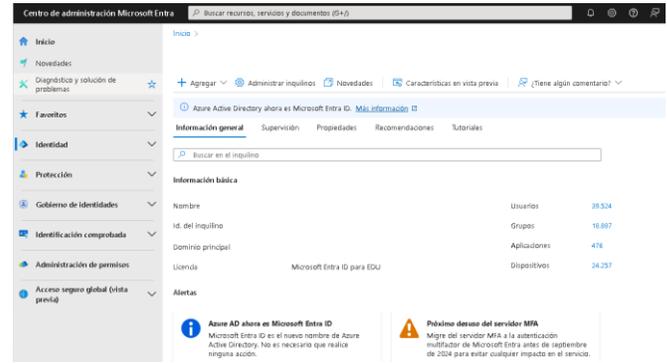


Figura 2: plataforma de Azure Active Directory

- Escalabilidad: La infraestructura de Exchange Server puede escalar fácilmente para soportar desde pequeñas empresas hasta grandes corporaciones con miles de usuarios. La capacidad de aumentar la infraestructura sin problemas asegura que las necesidades de la empresa siempre se satisfagan.
- Flexibilidad: La integración con Microsoft 365 permite a los usuarios acceder a herramientas de productividad en la nube, como Word, Excel y Teams, desde cualquier lugar y en cualquier dispositivo. Esto no solo mejora la productividad, sino que también proporciona una flexibilidad que es esencial en el entorno de trabajo moderno

Microsoft 365 complementa las funcionalidades de Exchange Server al ofrecer un conjunto completo de herramientas de productividad que facilitan la colaboración en tiempo real. Las capacidades colaborativas de Microsoft 365 permiten a los equipos trabajar juntos de manera más efectiva, independientemente de su ubicación geográfica (Microsoft, 2024b).

Las herramientas como Microsoft Teams permiten la colaboración en tiempo real, facilitando reuniones virtuales, chat y trabajo en equipo. Los documentos pueden ser editados conjuntamente, lo que reduce el tiempo necesario para completar proyectos y mejora la eficiencia (Microsoft, 2024n).

La capacidad de acceder a correos electrónicos, documentos y aplicaciones desde cualquier dispositivo y ubicación mejora la flexibilidad del trabajo remoto. Esto es especialmente importante en el contexto actual, donde el trabajo a distancia se ha vuelto una norma para muchas organizaciones (Microsoft, 2024i).

La integración fluida entre Exchange Server, Microsoft 365 y Azure Security Center crea un ecosistema coherente que mejora la eficiencia operativa y simplifica la administración de TI. Esta integración asegura que todas las herramientas trabajen juntas sin problemas, proporcionando una experiencia de usuario cohesiva (Microsoft, 2024k).

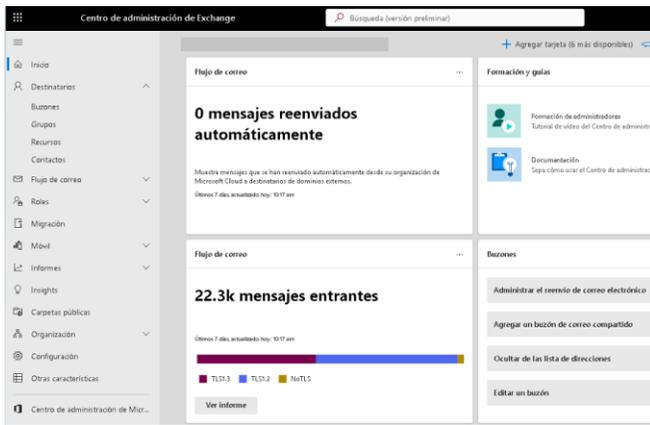


Figura 3: plataforma del centro de administración de Exchange

Creación de cuenta de usuario

A través de la plataforma del Centro de administración de Microsoft 365 se crean las cuentas de usuarios llenando un formulario con los datos como nombre, apellido, nombre para mostrar y nombre de usuario, además de asignar licencias para el usuario

Al término de este proceso se genera el usuario y la contraseña (ver figura 4) la cual permitirá al usuario tener acceso a beneficios y herramientas de Microsoft.

El usuario que tenga los permisos de administrador podrá hacer uso de las plataformas de Centro de administración de Microsoft 365, plataforma de Azure Active Directory y a la plataforma del centro de administración de Exchange, estas plataformas permitirán la administrar y monitorear las cuentas creadas dentro de la institución.

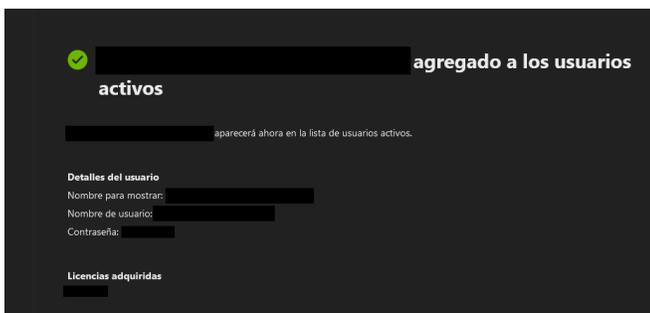


figura 4: Creación de usuario

Informes

En los informes se pueden ver como los usuarios de la organización usan los servicios de Microsoft 365. Por ejemplo, puede identificar quién está usando con gran frecuencia un servicio y alcanzando cuotas, o quién puede no necesitar una licencia de Microsoft 365 en absoluto. El modelo de licencia perpetua no se incluirá en los informes (Microsoft, 2023f).

Los informes están disponibles para los últimos 7, 30, 90 o 180 días. Los datos no estarán disponibles para todos los períodos de informes al instante. Los informes suelen estar disponibles en un plazo de 48 horas, pero a veces pueden tardar varios días en estar disponibles (Microsoft, 2023f), ver figura 4.

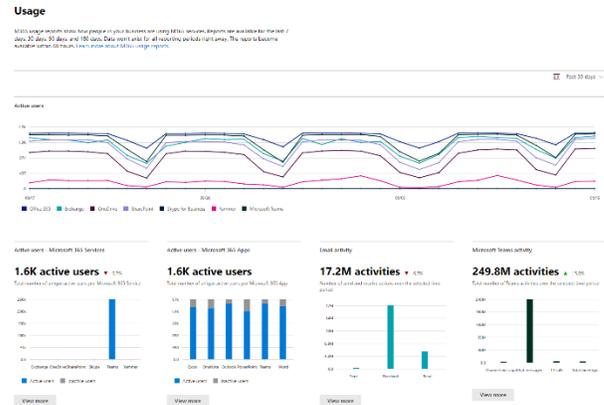


Figura 4: informe de uso

El informe Usuarios activos puede usarse para conocer cuántas licencias de productos están en uso por usuarios de la organización y explorar en profundidad la información sobre los productos que usa cada usuario. Este informe puede ayudar a los administradores a identificar productos no usados o usuarios que pueden necesitar aprendizaje o información adicional [18 (Microsoft, 2024)], ver figura 2.



Figura 5: informe usuarios activos

4. Discusión

Microsoft Exchange server nos permite crear cuentas para nuestra organización de forma masiva o individual permitiendo poder administrar y monitorear las cuentas con las que se cuenta.

Otro aspecto que facilita son las plataformas que tiene Microsoft online sin l necesidad de instalar un entorno de administrador solo es necesario una cuenta con permisos de administrador para acceder a estas plataformas como Microsoft 365, Exchange admin center, D. Azure Active Directory también llamado Microsoft Entra ID.

5. Conclusiones

Microsoft Exchange Server se presenta como una alternativa sólida para la creación y administración de cuentas, ofreciendo numerosas ventajas en términos de seguridad, integración y administración centralizada. Su combinación con Microsoft 365 y Azure Security amplifica sus capacidades, proporcionando a las organizaciones una solución integral para la gestión de comunicaciones y datos.

Futuras investigaciones podrían enfocarse en la implementación práctica y el análisis de casos de estudio.

6. Referencias

- .Digital Guide. (2023). Microsoft Exchange Server: qué es y cómo funciona. Obtenido de <https://www.ionos.com/es-us/digitalguide/correo-electronico/cuestiones-tecnicas/microsoft-exchange-software-profesional-para/>
- Microsoft. (12 de diciembre de 2006). Guía de administración de Microsoft Exchange Server 2003. Obtenido de <https://download.microsoft.com/download/e/4/7/e4759aee-b8cd-4c3c-a8fc-5249b5f46f46/E2k3AdminGuide.doc>
- Microsoft. (2016). Configuración del servidor de una cuenta de Exchange. Obtenido de <https://support.microsoft.com/es-es/office/configuraci%C3%B3n-del-servidor-de-una-cuenta-de-exchange-5025680d-5b3e-441e-93ed-c073a82cc364>
- Microsoft. (22 de septiembre de 2023a). Agregar un dominio a Microsoft 365. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/en-us/microsoft-365/admin/setup/add-domain?view=o365-worldwide>
- Microsoft. (22 de agosto de 2023b). Agregar usuarios y asignar licencias al mismo tiempo. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/en-us/microsoft-365/admin/add-users/add-users?view=o365-worldwide>
- Microsoft. (03 de abril de 2023c). Crear y administrar grupos en el nuevo Centro de administración de Exchange en Exchange Online. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/exchange/recipients-in-exchange-online/create-and-manage-groups>
- Microsoft. (3 de abril de 2023d). Create buzones de usuario en Exchange Server. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/exchange/recipients/create-user-mailboxes?view=exchserver-2019>
- Microsoft. (23 de octubre de 2023e). Descripción general del centro de administración de Microsoft 365. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/en-us/microsoft-365/admin/admin-overview/admin-center-overview?view=o365-worldwide>
- Microsoft. (13 de octubre de 2023f). Informes de Microsoft 365 en el centro de administración. Obtenido de https://learn.microsoft.com/es-ES/microsoft-365/admin/activity-reports/activity-reports?view=o365-worldwide&WT.mc_id=365AdminCSH_inproduct
- Microsoft. (29 de marzo de 2024a). ¿Qué es Microsoft Entra ID? Obtenido de <https://learn.microsoft.com/en-us/entra/fundamentals/whatis>
- Microsoft. (2024b). ¿Qué es una cuenta de Microsoft Exchange Server? Obtenido de <https://support.microsoft.com/es-es/office/-qu%C3%A9-es-una-cuenta-de-microsoft-exchange-server-48f92dec-72d5-440b-97a0-3e1bad044e91>
- Microsoft. (2024c). ¿Qué es una cuenta de Microsoft Exchange? Obtenido de <https://support.microsoft.com/es-es/office/-qu%C3%A9-es-una-cuenta-de-microsoft-exchange-47f000aa-c2bf-48ac-9bc2-83e5c6036793>
- Microsoft. (8 de marzo de 2024d). ¿Qué son los registros de auditoría de Microsoft Entra? Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/entra/identity/monitoring-health/concept-audit-logs>
- Microsoft. (1 de marzo de 2024e). ¿Qué son los registros de inicio de sesión de Microsoft Entra? Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/entra/identity/monitoring-health/concept-sign-ins>
- Microsoft. (23 de abril de 2024f). Administración de identidades de dispositivo en el Centro de administración de Microsoft Entra. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/entra/identity/devices/manage-device-identities>
- Microsoft. (29 de febrero de 2024g). Administración de usuarios de correo en Exchange Online. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/exchange/recipients-in-exchange-online/manage-mail-users>
- Microsoft. (5 de marzo de 2024h). Análisis de uso de Microsoft 365. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/microsoft-365/admin/usage-analytics/usage-analytics?view=o365-worldwide>
- Microsoft. (12 de marzo de 2024i). Centro de administración de Exchange en Exchange Online. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/en-us/exchange/exchange-admin-center>
- Microsoft. (5 de mayo de 2024j). Create y administrar listas de distribución en Exchange Online. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/exchange/recipients-in-exchange-online/manage-distribution-groups/manage-distribution-groups>
- Microsoft. (2024k). Descripción del servicio Exchange Online. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/en-us/office365/servicedescriptions/exchange-online-service-description/exchange-online-service-description>
- Microsoft. (5 de enero de 2024l). Evaluación del informe usuarios activos de Microsoft 365. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/microsoft-365/admin/activity-reports/active-users-ww?view=o365-worldwide>
- Microsoft. (08 de mayo de 2024m). Exchange Online. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/exchange/exchange-online>
- Microsoft. (26 de febrero de 2024n). Reglas de flujo de correo (reglas de transporte) en Exchange Online. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-mx/exchange/security-and-compliance/mail-flow-rules/mail-flow-rules>
- RECIO, A. (1 de diciembre de 2023). VENTAJAS Y BENEFICIOS DEL MICROSOFT EXCHANGE SERVER PARA EMPRESAS. Obtenido de <https://aodatacloud.es/blog/beneficios-del-microsoft-exchange-server/>
- Santamaria, M. I. (1 de Abril de 2022). Microsoft Exchange. Obtenido de <https://www.tec-innova.mx/microsoft-exchange/>

RICT Revista de Investigación Científica, Tecnológica e Innovación

Edición especial volumen 2, número Especial 1, julio 2024

ISSN 2992-7315



9 772992 731002