

DECEMBER ISSUE/2023
DOI: 10.47460/MINERVA.V4I12

MINERVA



Revista Multidisciplinaria de
Investigación Científica
ISSN: 2697-3650



AutanaBooks
Engineering & Services

MINERVA JOURNAL

Electronic Journal Edited By AutanaBooks.

Quarterly Periodicity

Our cover:



Font: canva.com
licence: 03422-17578080

Volume 2023 //
DECEMBER
DOI:10.47460/minerva
ISSN: 2697-3650

Minerva, Revista de Investigación Científica, promotes research in diverse areas. In this issue we will have the results in areas such as software, chemistry and health. In December, the cover shows a snowy summit as one of the volcanoes of Ecuador.

Viewing the Journal:
<https://minerva.autanabooks.com/index.php/Minerva>

TECHNICAL TEAM

Webmaster and Metadata
Ing. Ángel Lezama (Quito, Ecuador).
a2lezama@gmail.com

Graphic design and layout:
Adrián Hauser
(AutanaBooks, Ecuador).
adrian.hauser@gmail.com

Translator: Fausto Bartolotta
Via Francesco Crispi, 309/A
98028 Santa Teresa Di Riva, Provincia Messina
Italia
email: fbartolotta@gmail.com

The articles, opinions and collaborations that are published in this magazine do not necessarily represent the informative or institutional philosophy of AutanaBooks SAS and may be reproduced with the prior authorization of the Publisher. In case of reproduction, please cite the source and send copies of the medium used to AutanaBooks, Sector Mitad del Mundo, Quito, Ecuador.

"by the grace of God"

Publisher: Dr. Franyelit Suárez,
<http://orcid.org/0000-0002-8763-5513>
editorial@autanabooks.com
AutanaBooks, Quito, Ecuador

DIRECTORY OF THE MINERVA,
MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH
ACADEMIC COMMITTEE

Dr. Luis Rosales.
Universidad Nacional Experimental Politécnica
"Antonino José de Sucre", Vice Rectorado Puerto Ordaz
luis.rosals2@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7787-9178>
Venezuela.

Dr. José García-Arroyo.
Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
jagarcia@uees.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9905-1374>
España

Dr. Valentina Millano.
<https://orcid.org/0000-0001-6138-4747>.
millanov@fing.luz.edu.ve , millanov@gmail.com
Directora. Universidad del Zulia.
Centro de Estudios de Corrosión (CEC).
Venezuela.

PhD. Yajaira Lizeth Carrasco Vega
<https://orcid.org/0000-0003-4337-6684>
ycarrasco@undc.edu.pe
Universidad Nacional de Cañete
Lima, Perú.

Dr. Edwin Flórez Gómez
<https://orcid.org/0000-0003-4142-3985>
Universidad de Puerto Rico en Mayagüez
edwin.florez@upr.edu
Mayagüez, Puerto Rico

Dr. Hilda Márquez
<https://orcid.org/0000-0002-7958-420X>
Universidad Metropolitana de Quito,
amarquez@umet.edu.ec
Quito, Ecuador

Dr. Diana Cristina Morales Urrutia
<https://orcid.org/0000-0002-9693-3192>
dc.moralesu@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato
Ambato, Ecuador

Dr. Hernan Mauricio Quisimain Santamaria
<https://orcid.org/0000-8491-8326>
hernanmquisimalin@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato.
Ambato, Ecuador

DIRECTORY OF THE MINERVA,
MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH
ACADEMIC COMMITTEE

Dr. Jorge Mauricio Fuentes Fuentes,
<https://orcid.org/0000-0003-0342-643X>,
jmfuentes@uce.edu.ec;
Universidad Central del Ecuador.
Quito-Ecuador

Dr. Yelka Martina López Cuadra
<https://orcid.org/0000-0002-3522-0658>
ylopez@unibagua.edu.pe
Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía
de Bagua
Bagua, Perú

Dra. Irela Perez Magin
<https://orcid.org/0000-0003-3329-4503>
iperezmagin@pupr.edu
Universidad Politécnica de Puerto Rico
San Juan, Puerto Rico

PhD. Alejandro Suarez-Alvites
<https://orcid.org/0000-0002-9397-057X>
alejandrosualvites@hotmail.com
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Peru, Lima

Dr. Janio Jadán.
Universidad Tecnológica Indoamérica,
Quito, Ecuador.
janiojadan@uti.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3616-2074>
Ecuador

Dr. Neris Ortega
<https://orcid.org/0000-0001-5643-5925>
Universidad Metropolitana de Quito,
Quito, Ecuador
nortega@umet.edu.ec

Dr. Juan Carlos Alvarado Ibáñez
<https://orcid.org/0000-0002-6413-3457>
jalvarado@unibagua.edu.pe
Universidad Nacional Intercultural Fabiola
Salazar Leguía de Bagua
Bagua-Perú

Mgt. Juan Segura
<https://orcid.org/0000-0002-0625-0719>
juansegura@uti.edu.ec
Universidad Tecnológica Indoamérica
Quito, Ecuador

Dr. Jairo José Rondón Contreras
<https://orcid.org/0000-0002-9738-966X>
Instituto tecnológico de Santo Domingo
rondonjx@gmail.com/ jairo.rondon@intec.edu.do
República Dominicana

DIRECTORY OF THE MINERVA,
MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH
ACADEMIC COMMITTEE

Dr. Angel Gonzalez Lizardo
<https://orcid.org/0000-0002-0722-1426>
Polytechnic University of Puerto Rico
agonzalez@pupr.edu
Puerto Rico, San Juan

Dr. Wilfredo Fariñas Coronado
<https://orcid.org/0000-0003-2095-5755>
Polytechnic University of Puerto Rico
wfarinascoronado@pupr.edu
Puerto Rico, San Juan

Dra. Diana Cristina Morales Urrutia
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9693-3192>
dc.moralesu@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato
Ambato-Ecuador

Dr. Carlos Alberto Gómez Cano
<https://orcid.org/0000-0003-0425-7201>
Corporación Unificada Nacional de Educación Superior – CUN.
carlos_gomezca@cun.edu.co
carlosgomez325@gmail.com
Florescia, Caquetá, Colombia.

Mgr. Benjamín David Carril Verastegui
<https://orcid.org/0000-0001-6010-0175>
bcarril@unitru.edu.pe
Universidad Nacional de Trujillo
Trujillo, Perú.

Content

- 9 Rivas Maikol, Lobo Eladio. **Sistema automatizado de conteo de objetos en imágenes digitales.**
- 21 Chacha Benítez María Elizabeth, Analuisa Jiménez Eulalia Isabel. **Aplicación de la técnica SBAR-SAER por parte del profesional de enfermería.**
- 29 Analuisa Mero Steeven Jose, Moreno Ponce Luis Alberto, García Muentes Segundo Alcides, Cevallos Cedeño Ramon Eudoro, García Bowen Ariana Milena. **Obtención de glicerol a partir de la transesterificación de aceites comestibles usados.**
- 39 Vera Vera José Belisario, Molina Zambrano Julio Agustín, Loo Vera Yimmy Salvador, Vera Vera José Rafael. **Impacto de las innovaciones en la programación orientada a objetos en la creación de nuevos patrones de diseño.**



Editorial

To our readers avid for knowledge and lovers of innovation, we bring you a compendium of works inspired by technology and new proposals in various professional areas in this edition of Minerva Journal. Science is projected as an element capable of transforming realities and shaping them to address new challenges. In a world where technology transcends limits every day, our magazine Minerva becomes the lighthouse that guides us through the vast universe of technological and social possibilities.

This issue of Minerva Journal is presented as a gateway to a world where drones fly through the skies to revolutionize logistics, biotechnology transforms medicine, and sustainability finds its ally in technological innovation. On each page, we will unravel captivating stories about research that challenges norms, scientists who break barriers, and visionaries who transform dreams into reality. So, in this edition, a contribution to science and society is evident.

In Minerva Journal, researchers motivated to contribute to social, industrial, and educational improvements converge, opening the way to a world of possibilities for solving problems. Engineering, health, and environmental situations are explored, with the idea of recognizing the relevance of science and its projection towards the construction of a more promising and sustainable future. Our commitment goes beyond the printed pages; It is a commitment to innovation that transforms, to research that illuminates, and to science that drives progress. Each article celebrates technological discoveries and advances and the transformative potential they have to shape more equitable societies, more robust economies, and healthier environments.

The intersection between disciplines is our playing field; at each intersection, we seek answers to the most pressing challenges of our time. From artificial intelligence that redefines how we live and work to health innovations that open new doors to longevity and well-being, from environmental engineering that aims to preserve our planet to educational advances that democratize access to knowledge.

We are proud to be the bridge between the laboratory and society, between theory and practice. Minerva Journal becomes the epicenter where brilliant minds converge to share their discoveries and glimpse the future. Here, science is not just a field of study; it is the force that drives positive transformation throughout our social fabric.

Franyelit Suárez, Ph. D.
Publisher





Sistema automatizado de conteo de objetos en imágenes digitales

Rivas Maikol
maikol.14rivas@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-8525-8723>
Universidad Nacional Experimental Politécnica
Antonio José de Sucre
Departamento de Ingeniería Electrónica
Puerto Ordaz-Venezuela

Lobo Eladio
cruzchiquita123@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7921-2433>
Universidad Nacional Experimental Politécnica
Antonio José de Sucre
Departamento de Ingeniería Electrónica
Puerto Ordaz-Venezuela

Recibido (21/04/2023), Aceptado (12/07/2023)

Resumen: En los inventarios, el contexto del conteo de objetos y la rapidez de respuesta se vuelve esencial. Cuando se trata de pocos elementos resulta más sencillo el proceso, pero su complejidad radica cuando son muchos, están cercanos o superpuestos. Además, la presión por cumplir con plazos ajustados para realizar inventarios agrega otro desafío. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un programa que automatice el conteo preciso de objetos similares en imágenes digitales, sin importar su cantidad o disposición. Para ello se ha implementado un algoritmo en Python. Los principales resultados muestran eficiencia para analizar imágenes con objetos similares, un paso significativo hacia la separación y el conteo preciso de objetos adyacentes en diversos campos científicos. Esta solución promete simplificar y agilizar el proceso de conteo en imágenes digitales, con potenciales aplicaciones beneficiosas en múltiples disciplinas científicas.

Palabras clave: Automatizar, conteo, objetos similares, Python.

Automated Object Counting System in Digital Images

Abstract.- In inventories, the context of object counting and speed of response becomes essential. The process is more straightforward when there are only a few items, but its complexity lies when there are many close or overlapping items. In addition, the pressure to meet tight inventory deadlines adds another challenge. This work aimed to develop a program that automates the accurate counting of similar objects in digital images, regardless of their quantity or arrangement. For this purpose, an algorithm has been implemented in Python. The main results show efficiency in analyzing images with similar objects, a significant step towards separating and accurately counting adjacent objects in various scientific fields. This solution promises to simplify and speed up the counting process in digital images, with potential beneficial applications in multiple scientific disciplines.

Keywords: Automate, counting, similar objects, Python.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemoriales, los seres humanos hemos sentido la innata necesidad de realizar conteos, abarcando desde objetos como alimentos hasta la misma población, todo con el propósito de obtener datos que puedan influir en la toma de decisiones futuras. En este contexto, hemos persistido en la búsqueda de métodos para cuantificar y analizar variables claves, lo que nos lleva a reflexionar sobre la constante presencia de esta necesidad en nuestras vidas. Con la evolución tecnológica en constante avance, se presenta la emocionante oportunidad de canalizar estos progresos para desarrollar soluciones que simplifiquen y agilicen la tarea de contar objetos. Si bien la aplicación manual puede ser adecuada para recuentos pequeños, la complejidad surge cuando enfrentamos conjuntos considerables o repetitivos. Es en estos escenarios donde la optimización del proceso de conteo a través de la automatización se convierte en una oportunidad de mejora.

Trabajos previos [1] han investigado sobre un sistema automatizado en línea para la clasificación y conteo de la madurez de los tomates. El proceso tradicional de clasificación y conteo de la madurez de los tomates se realiza principalmente de manera manual, lo cual es laborioso y consume mucho tiempo. La precisión de este método depende de la observación precisa del ojo humano. Para abordar este problema, los autores han empleado la inteligencia artificial y visión por computadora para mejorar la eficiencia y precisión del proceso. El proceso implica el uso de una cámara digital para obtener conjuntos de datos de imágenes de tomates, teniendo en cuenta factores como la oclusión e interferencia de la luz externa. Luego, se utiliza un mecanismo de atención MHSA (Multi-Head Self-Attention) junto con el modelo YOLOv8 para mejorar la capacidad de extracción de características del sistema. Los resultados muestran mejoras en la precisión, recall, F1-score y mAP50 del modelo de clasificación de madurez de tomates construido con esta metodología. Además, gracias al rendimiento excepcional del modelo MHSA-YOLOv8, se construyen modelos de conteo con altos niveles de precisión y recall. Estos modelos no solo son adecuados para la detección en línea, sino también para la detección fuera de línea, lo que mejora significativamente la eficiencia en la cosecha y clasificación de los tomates. Las principales innovaciones de este estudio incluyen la construcción de un conjunto de datos de clasificación y conteo de madurez de tomates basado en situaciones de producción reales, la propuesta de un nuevo método de detección de objetos (MHSA-YOLOv8) y la aplicabilidad tanto en entornos en línea como fuera de línea.

Otros desarrollos [2] se enfocaron en encontrar el mecanismo de detección de objetos más eficaz para la identificación automatizada de glomérulos. El experimento implica variaciones en el desarrollo de modelos, incluyendo el uso de Faster R-CNN, considerando tanto glomérulos individuales como parches de imágenes con múltiples glomérulos. Para evaluar el rendimiento de los modelos, se emplean métricas como el Índice de Intersección sobre Unión (IoU) y la Puntuación Media de Precisión (mAP). Los resultados revelan que el modelo Faster R-CNN logra resultados prometedores, con un IoU promedio del 64,2% y un mAP del 65,7% al trabajar con parches de imágenes de biopsias renales. Finalmente, este estudio aporta a la mejora de la detección automatizada de glomérulos, destacando la eficacia del modelo Faster R-CNN en el contexto de biopsias renales. Se reconoce la importancia de estas contribuciones, al tiempo que se identifican posibles limitaciones o áreas de mejora en la metodología empleada.

Además, otros autores [3] han investigado sobre cómo la Inteligencia Artificial (IA) ha revolucionado diversas industrias, centrándose específicamente en el impacto en la industria alimentaria. Destacan una tarea crítica en esta industria, sobre el conteo de productos durante procesos como el procesamiento, el empaquetado y el transporte. Se argumenta que el conteo manual es tedioso, consume tiempo y está sujeto a errores, lo que puede resultar en pérdidas significativas. En respuesta a estos desafíos, se ha desarrollado un sistema de

conteo visual basado en IA para la industria alimentaria con el objetivo de automatizar el proceso de conteo, reducir errores y mejorar la eficiencia. El sistema propuesto utiliza algoritmos de aprendizaje profundo (deep learning) para analizar imágenes digitales de productos alimentarios y proporcionar conteos precisos. Se menciona que la efectividad del sistema se evaluó a través de varios experimentos, y los resultados indican que puede mejorar significativamente la precisión y eficiencia del conteo visual en la industria alimentaria. En resumen, el texto aborda el papel transformador de la IA en la automatización del conteo de productos en la industria alimentaria y destaca el potencial impacto positivo de este sistema en la eficiencia operativa.

Otras investigaciones [4] abordan el tema de la Inteligencia Artificial (IA) y su aplicación en la acuicultura, específicamente en la producción de peces y el conteo de peces durante el proceso de desove. Se destaca que la IA es ampliamente aplicada para aprender problemas y características a partir de datos proporcionados, procesando la información de manera similar al cerebro humano. Cuando un programa de computadora imita una característica del cerebro humano, se considera "innovador". Entre los métodos utilizados se encuentran los métodos estadísticos, los métodos de inteligencia artificial y métodos tradicionales para verificar la validez. La expansión de la IA está vinculada a un almacenamiento prácticamente infinito y a la abundancia de datos, que incluyen intercambios de información, datos geoespaciales, archivos de video, fotos, mensajes de texto y archivos de audio. Los autores mencionan que el aprendizaje automático se divide en aprendizaje profundo, y este último se divide principalmente en numerosas capas de redes neuronales, lo que le otorga la capacidad de aprender gran cantidad de información y replicar la función cerebral. Aumentar la eficiencia mediante la adición de más capas puede ser beneficioso.

Este trabajo pretende aportar a la consecución de conteos automáticos, capitalizando el acceso común a computadoras personales y herramientas de programación, como el lenguaje Python. Se plantea la creación de un programa diseñado para facilitar precisamente la tarea de conteo de objetos presentes en imágenes digitales. En consonancia con la dinámica actual, donde el mundo se transforma continuamente mediante innovaciones tecnológicas, esta investigación aspira a ser un eslabón en esa cadena de avances, maximizando el potencial intrínseco del lenguaje de programación mencionado. El presente documento se estructura de la siguiente manera: se inicia con una contextualización sobre la importancia del conteo de objetos, se detallan el diseño y los pasos de ejecución del programa propuesto, se exponen los resultados obtenidos, se derivan conclusiones relevantes y se comparten recomendaciones fundamentadas en el desarrollo del estudio.

II. ANTECEDENTES

Trabajos previos [5] han desarrollado la automatización del conteo de folículos ováricos en estudios reproductivos multigeneracionales realizados en ratas, de acuerdo con las directrices 443 y 416 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). La evaluación manual del conteo diferencial de folículos ováricos es una tarea tediosa y que consume mucho tiempo, que requiere personal altamente capacitado. En este contexto, se probaron aplicaciones de redes neuronales profundas (deep neural networks) para facilitar y mejorar el proceso. Los resultados de la aplicación de aprendizaje profundo proporcionan imágenes superpuestas para una documentación más detallada, junto con una mayor reproducibilidad en los recuentos. Para facilitar la validación planificada de buenas prácticas de laboratorio (GLP), se estableció un flujo de trabajo utilizando MLFlow para realizar todas las etapas, desde la generación de escaneos, entrenamiento de la red neuronal, carga de imágenes del estudio a la red neuronal, generación

y almacenamiento de resultados de manera controlada y reproducible. Se utilizó PyTorch como el marco principal para construir la red neuronal convolucional basada en regiones más rápida (Faster R-CNN) para el entrenamiento. El estudio compara el rendimiento de diferentes profundidades de modelos ResNet con un enfoque específico en la sensibilidad, especificidad y precisión de los modelos. El texto describe detalladamente todos los pasos, desde la etiqueta de datos, el entrenamiento de redes hasta las métricas de rendimiento elegidas para evaluar diferentes arquitecturas de red. También se proporcionan recomendaciones sobre los pasos a tener en cuenta cuando se apunta a la validación GLP.

Otros autores [6] han considerado la utilización de la fotografía digital para contar aves, presentando diferentes métodos adecuados tanto para situaciones fuera de línea como en tiempo real en línea. La investigación realiza un análisis del rendimiento de varios métodos utilizados en censos de aves, con el objetivo de superar limitaciones presentes en las técnicas tradicionales de conteo de aves mediante fotografía digital. La investigación resultó necesaria para abordar las limitaciones de las técnicas de conteo de aves que emplean fotografía digital. Se enfoca en estudiar las técnicas existentes para el conteo de objetos en fotografías digitales y propone métodos para superar una o más limitaciones enfrentadas en las técnicas tradicionales. El conteo de objetos es fundamental en diversas áreas de la ciencia y la tecnología, y la eficiencia del conteo manual disminuye a medida que aumenta el número de objetos. La utilización de fotografía digital para contar aves se presenta como un método atractivo, simple y menos costoso en comparación con las técnicas manuales. El conteo manual, aunque es el método básico, se considera ineficiente debido a errores humanos y no es adecuado para grandes bandadas de aves, ya que los individuos pueden omitir algunas aves o volver a contar la misma ave.

En otros trabajos [7] han utilizado las herramientas inteligentes de selección de imágenes para el monitoreo de plagas en campos o experimentos de laboratorio con el objetivo de identificar la variación de los niveles de infección y mejorar el desarrollo de programas integrados de manejo de plagas. Los autores mencionan que la identificación y el conteo manual de los especímenes capturados suelen ser actividades que consumen tiempo, requieren conocimientos taxonómicos y dependen de la experiencia de especialistas. En este contexto, se plantea que la automatización de este proceso podría reducir costos, aumentar la precisión y hacer escalable el análisis. Se destaca que las técnicas actuales de visión por computadora e inteligencia artificial pueden identificar objetos de interés en imágenes digitales de manera oportuna y precisa.

III. METODOLOGÍA

El diseño propuesto en esta investigación se fundamenta en el desarrollo de un algoritmo altamente eficiente para llevar a cabo el recuento preciso de objetos similares en imágenes digitales. Este proceso se articula a través de distintos pasos y procesos meticulosamente diseñados, los cuales se aplican a la imagen de interés. La consecución de una contabilización precisa se logra mediante la implementación de las transformaciones y operaciones necesarias en cada una de las etapas, como se ilustra en la Fig. 1.



Fig. 1. Diagrama de descripción del diseño.

El diseño del algoritmo abarca una secuencia cuidadosamente planeada de pasos, destinados a ampliar los detalles presentes en la imagen. Esto se logra mediante la aplicación de transformaciones selectivas que resalten las características relevantes, al tiempo que optimizan el proceso en cada fase, desde el inicio hasta la finalización. Cada etapa del proceso de diseño está concebida para maximizar la extracción de información clave, permitiendo una representación más nítida de los objetos similares en la imagen digital. La secuencia de pasos asegura que la imagen sea sometida a transformaciones y ajustes específicos, facilitando así la consecución de resultados más precisos en el recuento de objetos similares. En resumen, el diseño del algoritmo propuesto en este trabajo se basa en una estrategia secuencial de procesos y pasos, meticulosamente diseñados para optimizar la identificación y el recuento de objetos similares en imágenes digitales. Cada etapa contribuye de manera sinérgica a la mejora de la representación visual y, por ende, a la exactitud del conteo logrado [1].

A. Descripción de librerías del Programa

El programa se ha construido utilizando el entorno de desarrollo integrado (IDE) IDLE de Python 3.7, lo cual facilita la creación y manipulación de código en el lenguaje de programación Python. Se utilizó la librería OpenCV que es una herramienta de código abierto para Python, fundamental en esta implementación. OpenCV proporciona una rica gama de funciones y algoritmos que son cruciales para el procesamiento de imágenes en el programa. Su integración permite la ejecución de tareas esenciales para analizar y contar objetos en las imágenes seleccionadas [2]. A continuación, se describen los pasos que se siguieron para la ejecución del programa:

Paso 1: selección de una imagen.

Para iniciar el proceso, se permite la selección de imágenes provenientes de diversas fuentes, ya sea de internet o proporcionadas por el usuario. Estas imágenes deben encontrarse almacenadas en una carpeta accesible desde la PC donde se ejecuta el programa. Los formatos de imagen aceptables incluyen JPEG, JPG y PNG, permitiendo una amplia flexibilidad en la elección de las imágenes. Ver ejemplo de una imagen seleccionable en la Fig. 2.



Fig 2. Imagen seleccionable, con distintas figuras.

Paso 2: imagen convertida a escala de grises.

Una vez obtenidas las imágenes a evaluar, se lleva a cabo su conversión a escala de grises. Este proceso implica calcular el promedio de intensidad de los componentes de color (rojo, verde y azul) en cada píxel. La transformación resultante crea una matriz de intensidad donde los valores varían entre 0 y 255, representando niveles de negro y blanco absolutos, respectivamente. La conversión a escala de grises facilita la detección de objetos al resaltar los contrastes entre luz y sombra [4] (Fig. 3).



Fig. 3. Imagen convertida de RGB a escala de grises.

Paso 3: aplicación de doble filtro gaussiano a una imagen.

Con la imagen en escala de grises, se aplica un filtro gaussiano para suavizar la imagen y reducir las desviaciones extremas entre píxeles. Este proceso elimina ruido y uniformiza las diferencias entre grupos de píxeles, permitiendo así una representación más homogénea. Es importante destacar que se aplican dos iteraciones del filtro gaussiano para maximizar la reducción de ruido y garantizar un panorama más nítido (Fig. 4).

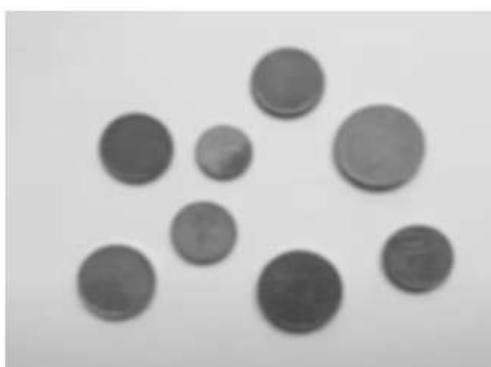


Fig. 4. Imagen aplicando de doble filtro gaussiano

Paso 4: aplicación de algoritmo de Canny a una imagen.

Las imágenes filtradas son sometidas al algoritmo clásico de Canny, reconocido por su capacidad para detectar bordes. Se establecen umbrales alto y bajo, determinando qué bordes serán resaltados en la imagen [5]. La aplicación del algoritmo Canny es crucial para la detección precisa de los objetos y sus contornos en la imagen (Fig. 5).

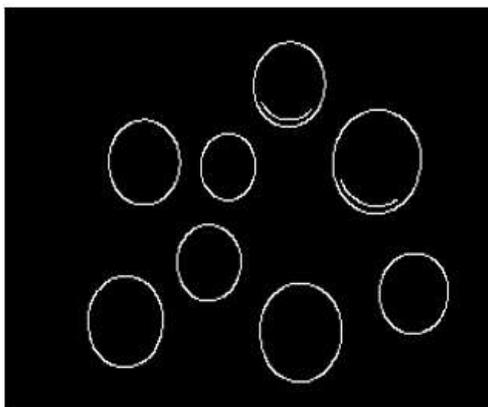


Fig. 5. Imagen aplicando el algoritmo de Canny.

Paso 5: dilatación de la imagen.

Para resaltar y expandir los objetos detectados, se realiza una operación de dilatación. Este proceso involucra el traslado de un elemento estructural a lo largo de la imagen, detectando solapamientos con píxeles de valor 1. La dilatación contribuye a destacar y mejorar la visibilidad de los objetos en la imagen (Fig. 6).

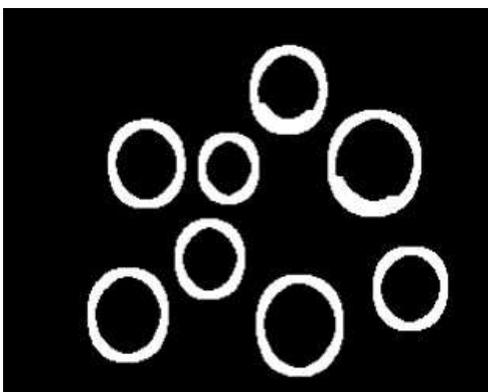


Fig. 6. Imagen aplicando el algoritmo de Canny.

Paso 6: erosión de la imagen.

La operación de erosión se emplea después de la dilatación, con el propósito de refinar la forma de los objetos detectados. Al aplicar un elemento estructural, se verifica si los píxeles de valor 1 están completamente contenidos dentro de la zona de la imagen. La erosión permite una representación más precisa y detallada de los objetos (Fig. 7).

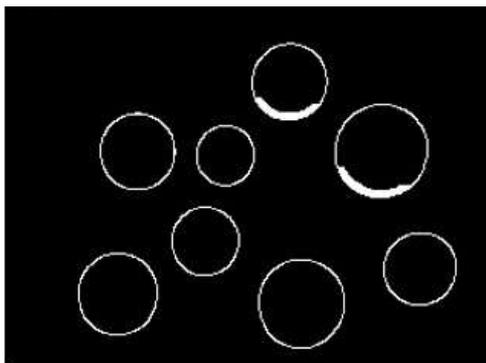


Fig. 7. Imagen cuando es aplicada la erosión.

Paso 7: denotación del borde de la imagen.

En la última etapa, se marcan los bordes de los objetos detectados. Cada objeto es resaltado individualmente, preparando la imagen para el conteo y ofreciendo una visualización clara de los objetos identificados. Esta fase resulta crucial para obtener una cifra verificada de los objetos presentes en la imagen. En síntesis, el diseño del programa abarca una secuencia de pasos estratégicos, desde la selección inicial hasta la denotación de bordes, todos ellos ejecutados de manera coherente para lograr una identificación precisa de objetos en imágenes digitales. Estos pasos se integran de manera sinérgica a través de la biblioteca OpenCV, permitiendo una implementación efectiva del programa diseñado (Fig. 8).

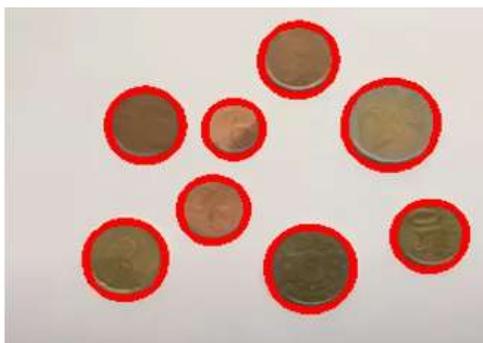


Fig. 8. Imagen con los bordes de los objetos denotados.

IV. RESULTADOS

A. Desarrollo de la aplicación de escritorio

Se ha logrado desarrollar con éxito una aplicación de escritorio utilizando el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Python. Esta herramienta permite a los usuarios determinar la cantidad de objetos similares presentes en una imagen seleccionada en su computadora, siempre que la imagen cumpla con los requisitos esenciales para un conteo eficiente de objetos. La programación integral del proyecto se ha realizado en el lenguaje de programación Python, aprovechando su flexibilidad y respaldada por bibliotecas especializadas en el manejo de datos, procesamiento de imágenes e interfaces. La versatilidad de Python ha demostrado ser fundamental para llevar a cabo este tipo de propuestas de manera exitosa.

Interfaz hombre máquina

La interfaz diseñada garantiza una experiencia de usuario intuitiva. La interacción con el algoritmo se ha concebido de manera sencilla, permitiendo a los usuarios buscar, seleccionar y cargar una imagen con facilidad (Fig. 9).

Ventana principal

La ventana principal (Fig. 9) exhibe una interfaz clara y funcional. Los botones "Seleccionar Imagen" facilitan la búsqueda y elección de una imagen para el análisis de conteo de objetos. Asimismo, el botón "Salir" proporciona una manera rápida y eficiente de cerrar el programa.



Fig. 9. Ventana al momento de abrir el programa.

La creación de la ventana principal involucra la asignación de un nombre, dimensiones específicas y la restricción de cambios en su tamaño durante el uso. La adición de los botones de selección y salida se muestra en la Fig. 10.

```

ventana=tk.Tk()
ventana.title("Contador de objetos")
ventana.geometry('488x588')
ventana.resizable(False, False)

```

Fig. 10. Ventana principal (Código la creación de la ventana principal).

En la Fig. 10, se muestra parte del código y algunos de sus atributos. La simbología se describe como:

- Tk.tk(): el comando para crear la ventana de la interfaz con nombre de variable "ventana" para identificar y poder asignar sus demás atributos.
- ventana.title: con ese comando le damos el nombre a la ventana.
- ventana.geometry: nos permite darle el tamaño deseado.
- ventana.resizable: es para que no pueda cambiar el tamaño de la ventana.

En la Fig. 11, tenemos el código con el cual creamos los botones que se muestran en la ventana principal.

- boton: contiene los parámetros del botón de seleccionar el archivo de la imagen.
- boton1: contiene los parámetros del botón salir.

```

boton=
tk.Button(ventana,command=seleccio
n_imagen, text = "Seleccionar
Imagen", width ="20", height ="2")
boton.place(x=180, y = 440)

boton1=
tk.Button(ventana,command=mensaje
, text= "salir",width ="20", height
="2")

```

Fig. 11. Código la creación de los botones.

Ensayo de aplicación:

Una vez que la imagen deseada ha sido seleccionada desde la computadora, esta se presenta de manera visible en la ventana principal, acompañada de la cantidad de objetos identificados (Fig. 12). La imagen seleccionada es procesada internamente, lo que lleva a la ventana principal a mostrar el número de objetos detectados.



Fig. 12. Ventana al momento de ejecutar el programa.

El proceso de selección y procesamiento de la imagen está respaldado por líneas de código específicas (Fig. 13 y Fig. 14), que aseguran la visualización precisa de la imagen y la presentación del recuento de objetos en la ventana principal de la aplicación.

```
LblInputImage=Label(ventana)
LblInputImage.place(x=50, y=30)
```

Fig. 13. Código para mostrar la imagen seleccionada.

```
def seleccion_imagen():
    #formatos permitos para la seleccion de imagenes
    path_image= filedialog.askopenfilename(filetypes=[
        ('Imagen','*.png'),
        ('Imagen','*.jpg'),
        ('Imagen','*.jpeg')])
    if len(path_image) > 0:
        global image
        #leemos la imagen de entrada
        image=cv2.imread(path_image)
        imageToShow=imutils.resize(image,height=256,width=308)
        imageToShow= cv2.cvtColor(imageToShow, cv2.COLOR_BGR2RGB)
        im=Image.fromarray(imageToShow)
        img=ImageTk.PhotoImage(image=im)
        LblInputImage.configure(image=img)
        LblInputImage.image=img
        LblInputImage.pack()
        kernel=np.ones((5,5), np.uint8)
        #pasamos la imagen a escala de grises
        gray=cv2.cvtColor(image,cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        #aplicamos un doble filtro gaussiano
        gauss1=cv2.GaussianBlur(gray, (5,5),1)
        gauss2=cv2.GaussianBlur(gauss1, (5,5),1)
        #aplicacion del algoritmo de canny
        Canny=cv2.Canny(gauss2,100,250)
        dilation=cv2.dilate(Canny,kernel, iterations= 1)
        erosion = cv2.erode(dilation,kernel, iterations= 1)
        #contornos
        cnts,_=cv2.findContours(erosion, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
        #denotamos los bordes
        bordes=cv2.drawContours(image, cnts,-1,(0,0,255),3)
        #cantidad de objetos contados
        main_title =Label(text="Objetos encontrados: " +str(len(cnts)),
        font = ("Tahoma",14), bg="#ff7763", fg="black", width ="25")
        main_title.place(x=110, y=390)
```

Fig. 14. Función para seleccionar y tratar la imagen.

En resumen, se ha logrado la creación exitosa de una aplicación de escritorio que permite a los usuarios identificar y contar objetos similares en imágenes seleccionadas. La interfaz amigable y el proceso de conteo eficiente son aspectos destacados de esta implementación, respaldados por una programación en Python y el uso de bibliotecas especializadas.

CONCLUSIONES

En este estudio, se han emprendido investigaciones esenciales para el desarrollo exitoso de una aplicación de escritorio en el Entorno de Desarrollo Integrado IDLE de Python. Se llevó a cabo un análisis de las diversas librerías requeridas, así como de los comandos y funciones específicos que permitirían la consecución de los objetivos planteados. Además, se logró adquirir un dominio fundamental del lenguaje de programación Python, el cual demostró ser una herramienta altamente valiosa, especialmente en el ámbito del procesamiento de información y, en este caso, en el procesamiento de imágenes.

En relación con la ejecución del conteo de objetos, se observó que, si bien la velocidad puede variar en función del número de objetos presentes en la imagen, las diferencias en el tiempo de procesamiento son mínimas y se miden en cuestión de segundos. Es importante considerar también el rendimiento de la PC en la que se ejecuta la aplicación, ya que esto puede influir en los tiempos de respuesta. Uno de los logros sobresalientes de este trabajo es la capacidad de contabilizar objetos que no poseen una coincidencia estricta en términos de color, textura y forma. Este resultado abre la puerta a futuras investigaciones, explorando cómo ampliar aún más la versatilidad del algoritmo para detectar una gama más diversa de objetos.

La elección de emplear Python en lugar de Matlab para esta investigación se fundamentó en su entorno de desarrollo más amigable, así como en su capacidad para optimizar el rendimiento y los recursos del sistema. La decisión de utilizar Python se vio respaldada por su enfoque en la accesibilidad y la facilidad de uso, lo que contribuyó significativamente a la comprensión y el manejo exitoso del lenguaje. Finalmente, este estudio no solo ha culminado con el desarrollo de una aplicación eficiente para el conteo de objetos, sino que también ha enriquecido el conocimiento en programación y ha demostrado el potencial de Python como una herramienta robusta en el procesamiento de imágenes y la solución de problemas complejos [3].

A fin de garantizar una ejecución efectiva del conteo automático de objetos, es esencial que las imágenes sometidas al procesamiento cumplan con requisitos específicos que favorezcan la precisión del conteo. Se recomienda seleccionar imágenes en función de su utilidad prevista, considerando que la eficiencia de la cuenta automática depende en gran medida de la elección adecuada de las imágenes.

El programa desarrollado presenta un amplio espectro de aplicaciones, abarcando campos como la industria, medicina, biología y otros. Sin embargo, es crucial resaltar que su adaptación y modificación resulta imperativa para cada contexto particular. Cada implementación deberá ser ajustada y personalizada en función de los requisitos específicos de cada área.

Para mejorar la efectividad del programa, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Integrar Aplicaciones: se sugiere la integración de funcionalidades adicionales en la aplicación, con el propósito de ampliar su utilidad y brindar a los usuarios una experiencia más versátil y completa.
2. Mantenerse Actualizado en Python: dado que el lenguaje de programación Python sigue evolucionando con la incorporación de herramientas, librerías y mejoras en el entorno IDLE, es esencial mantenerse al tanto de las actualizaciones y adquirir conocimientos en las nuevas funcionalidades para maximizar el potencial del programa.

3. Contabilización de Objetos Variados: se recomienda avanzar hacia la capacidad de contar objetos con formas, colores y texturas distintas, agrupándolos en base a aproximaciones significativas. Esta mejora permitirá una identificación más precisa y versátil de objetos en la imagen.

4. Desarrollo de Aplicación Móvil: explorar la posibilidad de desarrollar una aplicación móvil (APP) que permita contar objetos similares a través de imágenes capturadas por la cámara del dispositivo. Esta expansión facilitaría la utilización del programa en diversas situaciones y ubicaciones.

REFERENCIAS

- [1] P. Li, J. Zheng, P. Li, H. Long, M. Li, and L. Gao, "Tomato Maturity Detection and Counting Model Based on MHSA-YOLOv8," *Sensors*, vol. 23, no. 15, 2023, doi: 10.3390/s23156701.
- [2] P. Jasitha and P. N. Pournami, "Glomeruli Detection Using Faster R-CNN and CenterNet," in *2023 3rd Asian Conference on Innovation in Technology, ASIANCON 2023*, 2023. doi: 10.1109/ASIANCON58793.2023.10270511.
- [3] A. Aharari, K. Kuwaduru, and F. Mehdipour, "Development of an Artificial Intelligence (AI) Based Visual Counting System for the Food Industry," in *13th IEEE Symposium on Computer Applications and Industrial Electronics, ISCAIE 2023*, 2023, pp. 136–139. doi: 10.1109/ISCAIE57739.2023.10165399.
- [4] S. K. Aruna, N. Deepa, and T. Devi, "Underwater Fish Identification in Real-Time using Convolutional Neural Network," in *Proceedings of the 7th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems, ICICCS 2023*, 2023, pp. 586–591. doi: 10.1109/ICICCS56967.2023.10142531.
- [5] E. Carboni et al., "A Workflow for the Performance of the Differential Ovarian Follicle Count Using Deep Neuronal Networks," *Toxicol Pathol*, vol. 49, no. 4, pp. 843–850, 2021, doi: 10.1177/0192623320969130.
- [6] K. M. Spoorthy, S. G. Hegde, N. Vijetha, M. S. Rudramurthy, T. G. Keerthan Kumar, and S. A. Sushma, "Performance analysis of bird counting techniques using digital photograph," in *Proceedings - 5th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems, ICICCS 2021*, 2021, pp. 1482–1491. doi: 10.1109/ICICCS51141.2021.9432265.
- [7] T. De Cesaro Júnior and R. Rieder, "Automatic identification of insects from digital images: A survey," *Comput Electron Agric*, vol. 178, 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105784.

Aplicación de la técnica SBAR-SAER por parte del profesional de enfermería

Chacha Benítez María Elizabeth
<https://orcid.org/0000-0002-2073-7531>
mary.be.963@gmail.com
Estudiante
Universidad Técnica de Ambato.
Ambato - Ecuador

Analuisa Jiménez Eulalia Isabel
<https://orcid.org/0000-0002-7906-7640>
ei.analuisa@uta.edu.ec
Licenciada en Enfermería
Magister en Enfermería Quirúrgica
Docente en enfermería
Universidad Técnica de Ambato.
Ambato-Ecuador

Recibido (23/05/2023), Aceptado (14/08/2023)

Resumen: En el presente estudio se analizó la aplicación de la técnica SBAR-SAER por parte del profesional de enfermería. Se trató de una investigación de tipo cuantitativa, descriptiva y de corte transversal, con muestra no probabilística; aplicada a un total de 154 profesionales de enfermería de un hospital de Ambato en Ecuador. Los principales resultados evidencian que la gran mayoría de los expertos de enfermería conoce este método para la transferencia de información entre los encargados de la continuidad de la atención del paciente. Además, se identificaron diversos factores para el uso de esta herramienta; como la seguridad del paciente, la efectividad y facilidad de comunicación. Finalmente, se constata un alto índice de aplicación del SBAR- SAER entre el personal de enfermería en el hospital.

Palabras clave: Seguridad del paciente, comunicación, enfermería, atención al paciente.

Application of the SBAR-SAER technique by the nursing professional

Abstract.- The present study analyzed the application of the SBAR-SAER technique by nursing professionals. This was a quantitative, descriptive, and cross-sectional investigation with a non-probabilistic sample. They were applied to 154 nursing professionals from a hospital in Ambato, Ecuador. The main results show that most nursing professionals know this method for transferring information between professionals in charge of the continuity of patient care. In addition, several factors were identified for using this tool, such as patient safety, effectiveness, and ease of communication. Finally, there is a high rate of SBAR-SAER application among the hospital's nursing professionals.

Keywords: Patient safety, communication, nursing, patient care.

I. INTRODUCCIÓN

La seguridad del paciente es uno de los aspectos más importantes que debe ofrecer el profesional de enfermería, juntamente con los otros miembros del equipo de salud en su atención, donde se engloba la transmisión de información acerca del estado de salud de éste. El profesional de enfermería asumirá la continuidad de la asistencia del enfermo, de manera eficaz para disminuir el riesgo de la presencia de ciertos eventos como adversos, cuasi fallas o centinela; con el fin de evitar impactos negativos en la salud del enfermo, como la prolongación de la estancia hospitalaria [1].

Según los datos de eventos centinela publicados por la Comisión Conjunta durante el año 2021, identifica que gran parte de estos acontecimientos son ocasionados por errores médicos, los cuales son: cirugías en el lugar equivocado y retraso del tratamiento, esto debido a una pobre comunicación entre el personal de salud [2]. En tal sentido, las organizaciones como la Comisión Conjunta, la Agencia para la Investigación y la Calidad de la Atención Médica, el Instituto para la Mejora de la Atención Médica y la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconocen al SBAR como una de las herramientas esenciales para garantizar la seguridad del paciente [3].

Este método, originalmente, fue creado por la marina de los Estados Unidos para la comunicación de sus submarinos nucleares. Sin embargo, ha sido empleado con gran acogida en diferentes áreas de la salud; provocando un vasto impacto en la mejora de la seguridad del paciente [4].

Por ello, este estudio surgió debido a que no se evidencia mediante la revisión bibliográfica alguna investigación similar en Ecuador, pero es de gran relevancia analizar la utilización de esta técnica por parte del profesional de enfermería, puesto que el SBAR, como lo mencionado anteriormente, es una herramienta estandarizada y recomendada por las principales entidades de la salud.

La investigación tiene como objetivo analizar la utilización de la herramienta SBAR-SAER por parte del profesional de enfermería, además, evaluar la transmisión de cada uno de los parámetros de la técnica SBAR – SAER entre profesionales de enfermería, así como también identificar los factores que intervienen en la aplicación de la técnica SBAR – SAER y, finalmente, evidenciar el índice de aplicación de la técnica SBAR – SAER en los diferentes servicios del Hospital de Ambato en Ecuador.

II. DESARROLLO

El método SBAR es una sigla en inglés, cuyo significado es Situation, Background, Assessment y Recommendation. Asimismo, su abreviatura en español corresponde a SAER que denota Situación, Antecedentes, Evaluación y Recomendación [5]. Cada elemento de su acrónimo se define en S: una afirmación concreta del problema; A: información pertinente y resumida relacionada a la situación; E: análisis y consideración de opciones; R: acción recomendada o lo que se busca ante la situación [6].

Según la OMS, la seguridad del paciente consiste en una ciencia de la atención de la salud que nació ante la complejidad de las redes de salud y el incremento de los daños ocasionados a los usuarios. Además, refiere que la seguridad del paciente es esencial para brindar servicios sanitarios de calidad. Además, se enfatiza que los cuidados en una red complementaria deben ser de calidad, efectivos, oportunos, equitativos e integrados [7].

Para asegurar o fortalecer la seguridad del paciente se emplea este método SBAR – SAER. Es así como la Comisión Conjunta define a la técnica de SBAR- SAER como un formato estandarizado de comunicación con el cual se transmite información de manera organizada [6]. Además, este formato es fácil de usar para articular cualquier conversación entre los miembros de la salud, pero especialmente importante cuando se requiere intercambiar datos clínicos entre los profesionales de enfermería, lo cual es clave para desarrollar el trabajo en equipo y fomentar una cultura de seguridad del paciente [8].

Esta herramienta es elementalmente usada en el cambio de turno o pase de guardia debido a que se evidencia que en ese momento se da la comunicación entre los profesionales de enfermería e incluso los expertos médicos. El cambio de turno significa la entrega y recibo del paciente mediante un informe verbal entre los diferentes peritos de la salud. Esta es una actividad rutinaria, donde se involucran muchos aspectos de la condición del enfermo y es catalogado como un componente esencial para la continuidad de la asistencia del paciente [9].

III. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo, descriptivo y de corte transversal. La población total perteneció a todo el personal de enfermería de un hospital de la ciudad de Ambato, cuya muestra fue no probabilística con los siguientes criterios de inclusión: profesional de enfermería que pertenezca a cualquier área del hospital de Ambato en Ecuador y que deseen participar en la investigación. Y criterios de exclusión: personal técnico de enfermería e internos rotativos de enfermería. En total, accedieron a participar 154 profesionales y se les extendió el consentimiento informado correspondiente.

Se utilizó el instrumento denominado Cuestionario POST-SBAR y Cuestionario de Satisfacción SBAR [10], que fue adaptado para cumplir con los objetivos de la investigación. Este estuvo estructurado por 10 preguntas con la escala tipo Likert, que midieron el conocimiento, el empleo de parámetros, factores e índice de aplicación de la técnica SBAR – SAER por parte del profesional de enfermería. Este instrumento fue validado por 4 expertos en el área; quienes lo calificaron en una escala de Likert (Muy de acuerdo = 6, De acuerdo = 5, de acuerdo más que en desacuerdo = 4, en desacuerdo más que en acuerdo =3, En desacuerdo = 2 y Muy en desacuerdo=1), con el cual se interpretó que el jurado estuvo “de acuerdo” con el cuestionario; así mismo se realizaron las respectivas correcciones sugeridas. Por consiguiente, se aplicó la prueba piloto y el análisis del Alpha de Cronbach; obteniendo un resultado de 0,802 que indicó una confiabilidad considerablemente buena. El procesamiento de datos fue mediante el programa informático Excel, con el fin de realizar el análisis y representación de datos.

IV. RESULTADOS

En la fig. 1 puede observarse que el 58,4% de las personas encuestadas tiene conocimiento de la técnica SBAR – SAER, por el contrario, un considerable porcentaje del 5,2% no tiene conocimiento del tema puesto que no pudo dar un criterio válido, lo cual es sumamente preocupante si se desea implementar esta técnica en todo el lugar. Puede deducirse entonces que, la gran mayoría del personal pudiera trabajar en conjunto para la correcta y continua aplicación de la técnica antes mencionada.



Figura 1. Diagrama de descripción del diseño.
Fuente: Profesionales de enfermería encuestados.
Elaboración: Por los autores.

Un alto porcentaje del personal de enfermería comprende y está de acuerdo con la utilización de esta herramienta, que por sobre todo busca el bienestar del paciente en los entornos hospitalarios. Sin embargo, en los parámetros de situación, antecedentes y evaluación hay diferencias por encima de los 10 puntos entre unos y otros, lo cual puede repercutir considerablemente en la adecuada atención al paciente. Siendo, por ejemplo, en el aspecto referido a la situación, se observa que un 54,5% con uso frecuente de la técnica y un 39,6% manifiesta un uso muy frecuente. Así mismo, en el parámetro de antecedentes se encuentra que un 48,7% muestra un uso frecuente y un 39,6% de uso muy frecuente; lo que significa que menos de la mitad del personal lo considera tan relevante como para darle un uso muy frecuente. En la evaluación, la diferencia es aún mayor, con 53,2% con uso frecuente versus el 36,4% de uso muy frecuente. La menor diferencia se ubica en el aspecto de la recomendación, con 48,7% con uso frecuente y 40,9% con uso muy frecuentemente. Estos elementos muestran una importante discordancia entre las personas que laboran, que deben tener más uniformidad de criterios para lograr un ambiente más favorable.



Fig. 2. Transmisión de los parámetros de la técnica SBAR-SAER
Fuente: profesionales de enfermería encuestados.
Elaboración: por los autores.

Ahora bien, el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP) menciona la incorporación de la técnica SBAR debido a que proporciona un marco estándar para la comunicación en el momento de transferir a un paciente [5]. La técnica SBAR -SAER contiene varios parámetros que fueron examinados individualmente, es así como, al abordar sobre la situación inicial, antecedentes, evaluación y recomendaciones (figura 2), el estudio reflejó que gran parte de profesionales transmiten este criterio frecuentemente, cuyo resultado fue interpretado como una buena comunicación entre las partes, lo que representa algo muy significativo e importante.

A pesar de que algunos estudios revelan que el personal de enfermería puede aplicar esta técnica en todas las áreas del hospital, se evidenció que el profesional de enfermería se siente comprometido, pero no es el más idóneo para dar recomendaciones al paciente, ya que corresponde a un trabajo del personal médico. Sin embargo, es importante mencionar que es indispensable, para la continuidad del cuidado del enfermo, una información clara, completa y de forma continua. Por lo tanto, se espera que el personal de enfermería sea más participe en estas categorías debido a que está capacitado para emitir un juicio crítico sobre la asistencia que debe recibir el paciente, basándose en la fundamentación científica.

En la figura 3 (a), respecto a los factores que intervienen en la aplicación de la técnica, se observa que la mayor puntuación (53,9%) está de acuerdo en la facilidad, efectividad y seguridad del paciente que permite el método. Sin embargo, muy por debajo están los que están totalmente de acuerdo. Es de resaltar aquí, por ejemplo, que apenas un 27,9% está totalmente de acuerdo en la facilidad y seguridad del paciente que ofrece la herramienta. Y un grupo considerable de indecisos, los que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo, ascienden hasta 17,5% en el ámbito de la facilidad y la seguridad del paciente. Estas cifras pueden ser preocupantes porque la disparidad de criterios puede reflejar que existe desconocimiento de algunos elementos de la técnica descrita, ya que, considerando los estudios internacionales, la técnica de suma importancia en las estancias hospitalarias.



Fig. 3. Factores que intervienen para la aplicación de esta técnica.

Fuente: Profesionales de enfermería encuestados.
Elaboración: Por los autores.

Por otra parte, la excelente comunicación entre profesionales de la salud y pacientes resulta ser clave para la atención y la satisfacción de las necesidades del usuario; mejorando su calidad de vida durante la estancia hospitalaria [13]. Otras investigaciones [14] indican que el método SBAR ofrece una comunicación clara y de confianza en la transferencia de información entre profesionales de enfermería, la cual es significativamente alta. De modo que, en la figura 3, se constata sobre los factores que intervienen en el uso de la técnica que son: la facilidad, la efectividad y el fomento de la seguridad del paciente evidenciándolos como aspectos positivos para llevar a cabo su aplicación y su satisfacción.

En la figura 4, que plantea la carga laboral como un factor incidente en la aplicación de la técnica, es importante mencionar que menos de la mitad, un 40,9% de los encuestados manifestó que ocasionalmente esto implica una carga laboral. Muy por debajo, el 26,6% considera que frecuentemente sí es afectada la carga laboral. Y apenas un 9,7% opina que muy frecuentemente les afecta. Aunque las opiniones varían significativamente unas de otras, puede inferirse que en general, la carga laboral no es considerablemente afectada como para prescindir de los beneficios que la herramienta brinda. Así mismo es importante resaltar que la prioridad son los pacientes, y la carga laboral no puede ser un motivo para descuidar o desatender a una persona que lo necesita.

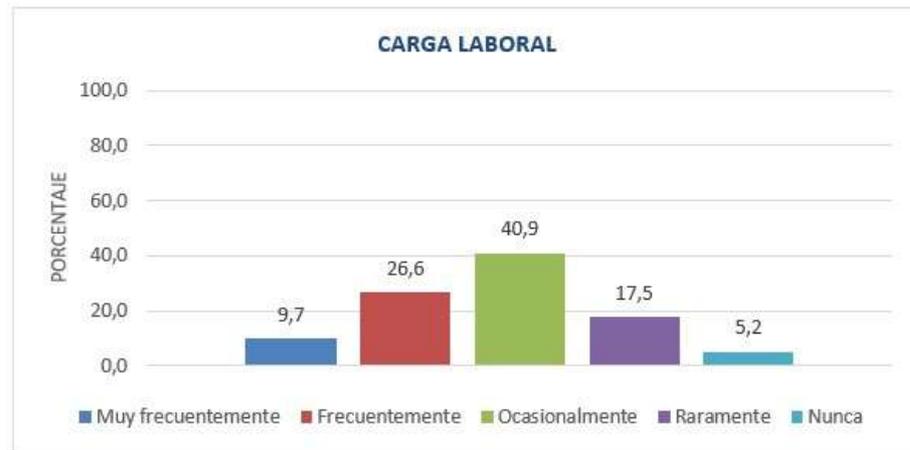


Fig. 4. Factores que intervienen en la aplicación de esta técnica

Fuente: profesionales de enfermería encuestados.
Elaboración: por los autores.

Las observaciones mostraron que la técnica SBAR permite una mejora para el paciente desde el punto de vista de la seguridad, y a pesar de que algunos encuestados manifiestan que el estrés laboral no les permite dedicarse efectivamente a la aplicación de la técnica, solo un pequeño porcentaje manifestó que esto fuera una razón de peso para no aplicar la técnica SBAR. No obstante, la utilización de esta herramienta ayuda al profesional de enfermería a transmitir informes de manera clara y no repetitivos al momento del pase de guardia.

En la figura 5, se observa el índice de aplicación de la técnica SBAR-SAER en los diferentes servicios del hospital. Así, en concordancia con las figuras anteriores, menos de la mitad, apenas un 41,6% de los encuestados aplica la técnica de forma frecuente, siendo importante que el 15,6% prácticamente no utiliza la técnica, lo cual podría sugerir que deben mejorar su comunicación y efectividad respecto a la atención al paciente.

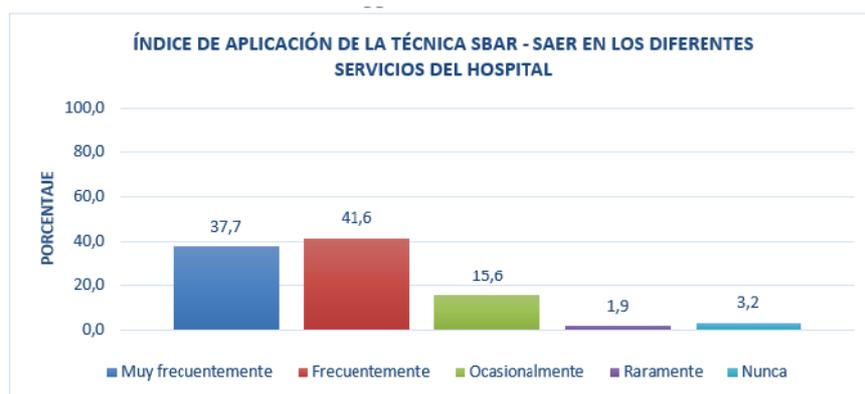


Fig. 5. Índice de aplicación de la técnica en distintos servicios del hospital

Fuente: Profesionales de enfermería encuestados.
Elaboración: Por los autores.

El profesional médico y de enfermería son los más cercanos a la comunicación con el paciente, y por ende, juegan un papel fundamental en la relación con los pacientes y en la seguridad que éste pueda sentir. Es así como en la figura 4, acerca del índice de aplicación de esta técnica en los diferentes servicios del hospital de la ciudad de Ambato en Ecuador se evidenció que gran parte del personal lo aplica de manera frecuente, deduciendo que es una práctica recurrente entre las personas que laboran. En efecto, es importante recalcar la aplicación y la familiarización de esta herramienta, ya que el MSP en el manual de seguridad del paciente también la incluye por ser reconocida por distintas organizaciones que velan por el bienestar del usuario y, en consecuencia, los hospitales de esta nación están regidos por la normativa que esta entidad propone.

CONCLUSIONES

Se dedujo que la gran mayoría del profesional de enfermería estuvo de acuerdo sobre el conocimiento y la forma de aplicación de la técnica estandarizada SBAR – SAER para mantener la seguridad del paciente. Además, se evaluó la transmisión de cada uno de los parámetros, donde se evidencia que de manera frecuente se transmiten cada uno de ellos entre los profesionales de enfermería; sin embargo, estos deberían ser informados de forma permanente y consecuente.

También, se identificó que los factores que intervienen en la aplicación de la técnica SBAR-SAER son la facilidad, la efectividad y el fomento de seguridad del paciente. Sin embargo, se menciona que ocasionalmente la carga laboral es un factor influyente para la omisión de cierta información, no obstante, el empleo de esta herramienta ha permitido comunicar todos los datos relevantes del hospitalizado.

Finalmente, se evidenció un alto índice de uso del método SBAR – SAER a nivel de los diferentes servicios del hospital, revelando que esta entidad pública de salud vela por la seguridad del usuario durante su hospitalización.

En definitiva, se demuestra que existe una carencia de estudios que se enfoquen a determinar el uso de esta técnica y con ellos es esencial que existan la divulgación, el conocimiento y el empleo de herramientas normalizadas para la seguridad del paciente y así evitar la omisión de información que suele ser crucial para la vida del paciente y su pronta mejoría.

REFERENCIAS

- [1] C. Guerra, R. Estévez, I. Basset y A. Sánchez, «El proceso de enlace de turno de enfermería, una reflexión sistematizada,» Revista CONAMED, vol. 27, n° 1, pp. 12-19, 2022.
- [2] The Joint Commission, «Sentinel Event data released for 2021,» The Joint Commission, 2021. [En línea]. Available: <https://www.jointcommission.org/resources/news-and-multimedia/newsletters/newsletters/joint-commission-online/march-9-2022/sentinel-event-data-released-for-2021/>. [Último acceso: 24 01 2022].
- [3] M. Murphy, J. R. Engel, L. McGugan, R. McKenzie, J. A. Thompson y K. M. Turner, «Implementing a Standardized Communication Tool in an Intensive Care Unit,» Critical Care Nurse, vol. 42, n° 3, p. 56-64, 2022.
- [4] NHS England and NHS Improvement. «Quality, service improvement and redesign (QSIR) tools. SBAR communication tool- Situation – Background – Assessment – Recommendation,» NHS England and NHS Improvement., 2018. [En línea]. Available: <https://www.england.nhs.uk/sustainableimprovement/qsir-programme/qsir-tools/>. [Último acceso: 24 01 2022].

- [5] Ministerio de salud pública del Ecuador, «Manual de seguridad del paciente – usuario,» 2016. [En línea]. Available: <http://salud.gob.ec>. [Último acceso: 28 01 2022].
- [6] The Joint Commission, Improving Patient and Worker Safety: Opportunities for Synergy, Collaboration, and Innovation., Oakbrook Terrace: The Joint Commission, 2012.
- [7] World Health Organization, «Seguridad del paciente,» WHO-OMS, 2019. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/patient-safety>. [Último acceso: 24 01 2022].
- [8] Institute for healthcare improvement, «SBAR tool: Situation-Background-Assessment-Recommendation,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.ihl.org/resources/Pages/Tools/SBARToolkit.aspx>. [Último acceso: 24 01 2022].
- [9] Y. Charfuelan-Laguna, D. Hidalgo-Bolaños, L. Acosta-Franco, D. Espejo-Quiroga, D. Tibaquicha-Bernal, J. Montaña-Vásquez y A. Henao-Castaño, «Paso de guardia en enfermería: Una revisión sistemática,» Enfermería Universitaria, vol. 16, n° 3, pp. 313-321, junio 2019.
- [10] A. Rodríguez, «Evaluación de la transmisión de información y nivel de conocimientos en traspaso de información de alumnos de Grado en Enfermería en las Unidades de Cuidados Intensivos y Reanimación del Hospital Universitario de A Coruña,» Universidade da Coruña, España, 2018.
- [11] H. Hilda, R. Setiadi, E. Putri Wahyuni, S. Supriadi, R. Loriana, R. Rasmun y E. Nurachmah, «Strengthening Patients Safety Culture through the Implementation of SBAR Communication Method,» Health Notions, vol. 2, n° 856-861, 2018.
- [12] E. Coolen, R. Engbers, J. Draaisma, M. Heinen y C. Fluit, «The use of SBAR as a structured communication tool in the pediatric non-acute care setting: bridge or barrier for interprofessional collaboration?,» Journal of Interprofessional Care, pp. 1-10, 15 Noviembre 2020.
- [13] M. Mastranzo, Efectividad de la comunicación escrita de enfermería en la Unidad de Cuidados Intensivos, B. U. A. d. Puebla, Ed., Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2020.
- [14] J. Uhm, Y. Ko y S. Kim, «Implementation of an SBAR communication program based on experiential learning theory in a pediatric nursing practicum: A quasi-experimental study.,» Nurse Educ Today, vol. 80, pp. 78-84, 2019.
- [15] M. Müller, J. Jürgens, M. Redaelli, K. Klingberg, W. Hautz y S. Stock, «Impact of the communication and patient hand-off tool SBAR on patient safety: a systematic review.,» BMJ Open, vol. 8, n° 8, 28 Agosto 2021.
- [16] S. Shahid y S. Thomas, «Situation, Background, Assessment, Recommendation (SBAR) Communication Tool for Handoff in Health Care – A Narrative Review.,» Safety in Health, vol. 4, n° 7, pp. 1-9, 2018.
- [17] L. Lo, L. Rotteau, y K. Shojania, «Can SBAR be implemented with high fidelity, and does it improve communication between healthcare workers? A systematic review,» BMJ Open, vol. 11, n° 12, pp. 1-9, 2021.

LAS AUTORAS



María Elizabeth Chacha Benítez, estudiante de pregrado de la Carrera de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato.



Eulalia Isabel Analuisa Jiménez, Licenciada en Enfermería/Magister en Enfermería Quirúrgica/Docente en Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato.

Obtención de glicerol a partir de la transesterificación de aceites comestibles usados

Steeven Jose Analuisa Mero
<https://orcid.org/0009-0005-5338-7506>
sanaluisa8209@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Luis Alberto Moreno Ponce
<https://orcid.org/0009-0004-1014-1322>
lmoreno7867@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Segundo Alcides García Muentes
<https://orcid.org/0000-0002-8152-3406>
segundo.garcia@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Ramon Eudoro Cevallos Cedeño
<https://orcid.org/0000-0002-8583-4674>
ramon.cevallos@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Ariana Milena García Bowen
<https://orcid.org/0009-0007-8887-9644>
agarcia4908@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Recibido (23/05/2023), Aceptado (14/08/2023)

Resumen: En este trabajo se presenta un estudio relacionado con la obtención de glicerol como subproducto de la transesterificación de aceites comestibles usados para ser utilizado en la elaboración hidrogel. Los principales resultados muestran que es posible obtener un glicerol puro y también refinado, además, se observó que los parámetros estuvieron dentro de la normativa presentada por varios autores. También se pudo observar que el glicerol con mejores propiedades fue el obtenido a los 60min a una temperatura de 60°C. De esta manera, es posible afirmar que es viable el uso de aceites desechados como una alternativa para su aplicación en la elaboración de productos que benefician a la industria química, cosmética y farmacéutica, como es el caso del hidrogel, evitando así su incorporación en el ambiente.

Palabras clave: Transesterificación, hidrogel, aceite reciclado.

Obtaining glycerol from the transesterification of used edible oils

Abstract.- This paper presents a study on obtaining glycerol as a by-product of the transesterification of edible oils used to prepare hydrogel. The main results show that obtaining pure and refined glycerol is possible. In addition, it was observed that the parameters were within the regulations presented by several authors. It was also observed that the glycerol with better properties was obtained at 60 minutes at a temperature of 60 °C. In this way, it is possible to affirm that it is viable to use discarded oils as an alternative for their application in the elaboration of products that benefit the chemical, cosmetic, and pharmaceutical industries, as is the case of hydrogel, thus avoiding their incorporation into the environment.

Keywords: Transesterification, hydrogel, recycled oil.

I. INTRODUCCIÓN

De manera tradicional la glicerina ha sido obtenida mediante diferentes procesos, por ejemplo: producción de ácidos grasos, fabricación de jabones, obtención de metil-ésteres y por otros métodos sintéticos como pueden ser la fermentación microbiana. En la actualidad las grandes cantidades de producción de biodiesel han dado lugar a la obtención de la glicerina debido a que es uno de los subproductos de la transesterificación de grasas animales y vegetales [1]. En este sentido, es importante aclarar que la transesterificación de aceite reciclado es un proceso químico utilizado para convertir aceites usados o reciclados, como el aceite de cocina usado, en biodiesel. Este proceso es esencialmente una reacción de esterificación que implica la sustitución de grupos alquilo en los triglicéridos del aceite con grupos alquilo del metanol o etanol, formando ésteres metílicos o etílicos de ácidos grasos, que son los componentes principales del biodiesel.

Cuando se realiza la transesterificación de grasas animales y vegetales se ha observado que este subproducto llamado glicerina corresponde aproximadamente al 10% del total obtenido incluyendo el biodiesel. Según la literatura se estima que anualmente se produce más de 2 millones de toneladas ofertadas en el mercado de este producto. Por lo que se considera según la reacción de transesterificación por cada 10 kilogramos de biodiesel obtenido también se genera 1 kilogramo de glicerina. Es considerado que la glicerina existente solo una fracción insignificante es de origen sintético. En lo referente a la purificación y en la aplicación de la glicerina cura, han captado un gran interés en la comunidad científica a nivel mundial como consecuencia del acelerado crecimiento de la producción de biodiesel y su marcada tendencia [2].

Por otro lado, los aceites vegetales son muy utilizados en el hogar, restaurantes, hostales, entre otros. En mayor proporción estos se utilizan en el proceso de fritura que sufre cambios y modificaciones químicas necesarias para su aplicación y posterior eliminación. Si se vierte directamente aceite de cocina usado en el fregadero o inodoro, puede ser una fuente de contaminación de ríos, lagos, o mares, causando problemas en las redes de saneamiento y desbordamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Como fuente de contaminación, un litro de aceite usado contiene 5.000 veces más contaminantes del resto de agua residual que circula por las redes de alcantarillado y saneamiento, y puede contaminar 40.000 litros de agua, lo que equivale al consumo anual de agua de una persona en su domicilio [3].

La producción de biodiesel a partir de aceites usados podría ser una buena alternativa en la producción tanto de metil-ésteres como de glicerina, puesto que es una de la materia prima más económica usada en la producción del biocombustible, ya que al darle esta aplicación se estaría contribuyendo a disminuir el impacto ambiental que producen estos residuos [4] manifiesta que el mecanismo de reacción se realiza de la siguiente manera, los triglicéridos de los aceites se convierten en diglicéridos formándose la primera molécula de metil-ésteres, luego el diglicérido se convierte en monoglicérido produciéndose la segunda molécula de metil-ésteres y finalmente monoglicérido forma la tercera molécula de metil-ésteres formándose además la primera molécula de glicerina. Resulta interesante indicar que el catalizador que es el hidróxido de sodio, previamente se hace reaccionar con el metanol, formándose un alcóxido de sodio y luego esta mezcla se la adiciona sobre el aceite, una vez que este último este a 60°C [5].

El presente trabajo tiene como objetivo, la obtención del glicerol o también llamada glicerina como subproducto de la transesterificación de aceites comestibles usados, y su posterior aplicación en la elaboración de hidrogel, demostrando con ello una alternativa para que los aceites usados contaminen en menor medida el medio ambiente y dándole un uso para obtener un subproducto comerciable.

II. DESARROLLO

La transesterificación de aceite reciclado es un proceso químico que tiene sus raíces en la historia de la química orgánica y la producción de biodiesel. En este sentido, el concepto fundamental de la transesterificación se basa en la química de los ésteres, que son compuestos químicos derivados de ácidos y alcoholes. A lo largo del siglo XIX, los científicos comenzaron a investigar las propiedades y las reacciones de los ésteres, lo que allanó el camino para la comprensión de la transesterificación. La idea de utilizar aceites vegetales y grasas animales como fuente de energía no es nueva [5]. En la década de 1850, el inventor Rudolf Diesel experimentó con varios combustibles para su motor diésel, incluyendo aceites vegetales como el aceite de cacahuete. Sin embargo, fue en el siglo XX cuando se popularizó el uso de aceites vegetales como combustibles alternativos.

La transesterificación, como método para producir biodiesel, comenzó a desarrollarse de manera más sistemática en la década de 1930. En esta época, se llevaron a cabo investigaciones para mejorar la calidad de los combustibles diésel a partir de aceites vegetales. Se descubrió que la transesterificación era una forma efectiva de reducir la viscosidad de estos aceites y hacerlos más adecuados para su uso en motores diésel [6]. A lo largo de las décadas de 1940 y 1950, se hicieron avances significativos en la comprensión y la optimización de la transesterificación como proceso químico. Se desarrollaron catalizadores más eficientes y se mejoraron las técnicas de purificación del biodiesel resultante. A medida que creció la conciencia sobre los problemas ambientales y la necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles, la producción de biodiesel mediante transesterificación se expandió en la década de 1970 y posteriores. Se desarrollaron estándares de calidad y se promovió la investigación en este campo.

Hoy en día, la transesterificación de aceite reciclado es una técnica establecida y ampliamente utilizada para la producción de biodiesel en todo el mundo. Además de ser una forma de reciclar aceites usados, el biodiesel resultante es considerado una alternativa más limpia y renovable a los combustibles diésel convencionales, lo que contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y al impulso de la sostenibilidad ambiental [7].

Este proceso es esencialmente una reacción de esterificación que implica la sustitución de grupos alquilo en los triglicéridos del aceite con grupos alquilo del metanol o etanol, formando ésteres metílicos o etílicos de ácidos grasos, que son los componentes principales del biodiesel. Los principales pasos para realizar el proceso se describen a continuación:

Pretratamiento del aceite: Antes de la transesterificación, el aceite reciclado debe someterse a un proceso de pretratamiento para eliminar impurezas, como partículas sólidas, agua y compuestos no deseados, que podrían afectar la eficiencia del proceso.

Mezcla con alcohol: En el proceso de transesterificación, se mezcla el aceite reciclado con un alcohol, típicamente metanol o etanol. Esta mezcla se lleva a cabo en presencia de un catalizador, que suele ser un álcali como el hidróxido de sodio o el hidróxido de potasio. El catalizador acelera la reacción química.

Reacción de transesterificación: Durante esta etapa, los ésteres metílicos o etílicos de los ácidos grasos se forman como resultado de la reacción entre el aceite y el alcohol en presencia del catalizador. Este proceso rompe los enlaces éster de los triglicéridos en el aceite y forma nuevos ésteres con el alcohol.

Separación de capas: La mezcla resultante se separa en dos fases: una fase de biodiesel, que es menos densa y se encuentra en la parte superior, y una fase de glicerina, que es más densa y se encuentra en la parte inferior. La glicerina es un subproducto de la transesterificación y se utiliza en diversas aplicaciones industriales.

Limpieza y purificación: El biodiesel se somete a procesos adicionales de limpieza y purificación para eliminar cualquier impureza residual, como restos de alcohol o catalizador. Esto es importante para garantizar la calidad del biodiesel resultante.

El biodiesel obtenido a través de la transesterificación de aceite reciclado es un combustible renovable que puede utilizarse como alternativa al diesel convencional en motores diésel. Es una forma de reciclar aceites usados y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, lo que tiene beneficios tanto ambientales como económicos.

III. METODOLOGÍA

El trabajo fue realizado en la ciudad de Portoviejo, en Ecuador. Se utilizó una muestra de aceite usado con una cantidad aproximada de 20 litros semanales. A dicha muestra, se le realizó un pretratamiento, que consistió en la filtración simple para eliminar trazas de sólidos suspendidos y su posterior caracterización a través de un análisis fisicoquímico, con el fin de conocer la influencia que tendrían los mismos en la obtención del glicerol. Esto según lo establece la norma ASTM 6751.

A. Análisis fisicoquímico realizado

Densidad

Se obtuvo la densidad por medio del método del picnómetro. Se tomó un picnómetro de 25 ml, se pesó al vacío. Posteriormente, se fue colocando la muestra de aceite hasta el nivel señalado, dividiéndolo para 25, y con ello obteniendo la densidad en las unidades de g/ml.

Viscosidad

Para la viscosidad, se utilizó el viscosímetro de Oswald. Dicho método consiste en colocar en la ampolla la muestra líquida para posteriormente utilizar una pera y mediante el bombín hacer que esta suba por encima de la marca A, dejando en ese momento que fluya por su propio peso. Cuando su nivel pasa por A, se procede a utilizar un cronómetro para contar el tiempo que tarda en pasar hasta el trazo B, y teniendo con ello el tiempo necesario para la aplicación de la ecuación (1) [8].

Índice de acidez

Hidalgo [9] planteó que consiste en la realización de una valoración ácido-base. Basados en una reacción de neutralización, es posible determinar la concentración de un ácido conociendo la concentración de una base, utilizando la ecuación (1).

$$\%de\ acidez = \frac{V(KOH) \times N(KOH) \times meQ}{Pm} \times 100 \quad (1)$$

Dónde N es la Normalidad KOH = 0,09212, PM es el peso molecular Ácido Oleico (282,47 g/mol), Pm es el peso de la muestra, V(KOH) es el volumen gastado en cada valoración, mientras que el índice de acidez se calculó con la ecuación (2).

$$ia = \%ácidos\ grasos\ libres * 1,99 \quad (2)$$

Humedad

Para la determinación de la humedad se aplicó el método de secado, para esto la muestra se colocó en una capsula de porcelana previamente tarada y pesada y luego se llevó a una estufa a 100°C por un tiempo de una hora, finalmente se colocó en un desecador y a continuación se procedió a pesarla para determinar la cantidad de agua eliminada.

$$\%humedad = M_1 - \frac{M_2}{M_1} * 100 \quad (3)$$

En donde: M1=Masa de la muestra inicial; M2=Masa de la muestra final

Cenizas

Respecto a la determinación de cenizas, se llevó un crisol a masa constante, colocándolo en la estufa a temperatura de 125 °C, posterior a ello se dejó enfriar y se pesó. En el crisol se colocaron 2 g de la muestra y carbonizó lentamente con el mechero, esto para evitar pérdidas por arrastre en el humo, hasta que cese su desprendimiento. Finalmente, la muestra fue calcinada a una temperatura de 500 °C hasta obtener cenizas blancas, y posteriormente enfriado en el desecador y secado [10].

Índice de yodo

Este parámetro consiste en determinar el grado de instauración en muestras de grasas animales y vegetales, así como también en los metil-esteres producto de la reacción de la transesterificación, el valor se expresa en g de I₂/100 g de muestra. Se determino el índice de yodo del aceite comestible usado, se prepararon soluciones de tetracloruro de carbono, reactivo de Wijs, luego se dejó esta solución en la oscuridad y finalmente se agregó solución de yoduro de potasio y luego se procedió a titular, el indicador utilizado es una solución de almidón al 1% es interesante recalcar que el indicador se le agrega una vez que vaya desapareciendo el color oscuro del yodo, hasta lograr el punto final de la reacción que es trasparente [11].

B. Transesterificación de la muestra y obtención del glicerol.

Para la transesterificación, se utilizó el método de transesterificación alcalina, con relación molar 6:1; utilizando un matraz de 500 ml y una pastilla de agitación. Posterior se añadió 100 g del aceite, llevándolo a la plancha de calentamiento con agitación constante a temperatura de 60°C y agitación de 600 rpm. Cuando alcanzó la temperatura deseada, se añadió el catalizador, 1g de hidróxido de potasio y se tapó para dejar transcurrir el tiempo establecido (figura 1).

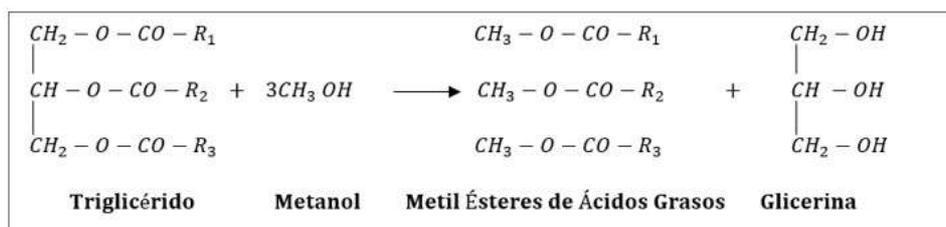


Fig. 1. Reacción global de la transesterificación para la obtención de glicerina [12]

El tiempo establecido como variable de operación fue de 30, 45 y 60 min. En todos los casos, los ensayos se realizaron por triplicado para mayor precisión en los resultados. Después de la reacción, se separaron dos fases en la mezcla: una superior, el biodiesel; y otra inferior, de color más oscuro y viscosa, la glicerina que es el subproducto que requerido.

C. Análisis físico-químico al glicerol obtenido

Pretratamiento al glicerol

Se empleó 100 g de glicerol de cada tiempo para ser tratado con ácido sulfúrico al 1N, y carbón activado, esto con el fin de eliminar agua, metanol e impurezas presentes. Posteriormente, se realizó el análisis fisicoquímico.

Aplicación del glicerol para la elaboración del hidrogel

Se procedió a tamizar el Carbocol (Ácido poliacrílico) hasta reducir las partículas; luego se añadieron 100 g de agua destilada y se homogenizó. A la mezcla homogenizada, se le añadieron 3,5 g de glicerina técnica (propano-1,2,3-triol) obtenida en la purificación de aceites residuales, más 150g de alcohol(etanol), los cuales se mezclaron mientras se añadieron gotas de trietanolamina (TEA), compuesto que al adicionarlo gradualmente aumentó la viscosidad de la mezcla; en el presente trabajo, se añadieron 4 gotas. Una vez obtenido hidrogel se procedió a envasarlo; el procedimiento se hizo por triplicado para cada muestra.

IV. RESULTADOS

En la tabla 1 se muestra la caracterización del aceite, se incluyen las unidades de cada una de las propiedades, así como la cantidad de análisis.

Tabla. 1. Resultados de glicerol obtenido posterior a la transesterificación.

Propiedades	Unidad	Cantidad
Índice de yodo	g de yodo/ 100 g	69
Densidad	Kg/m ³	899
Viscosidad	mm ² /s	36,4
Humedad	%	0,28
Índice de acidez	mg KOH/g de aceite	0.4

Una vez realizado el proceso de transformación del aceite, se obtuvo el glicerol cuyas propiedades se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de glicerol obtenido posterior a la transesterificación.

Propiedades	Tiempos(min)	Cantidad	Unidad
Humedad	30	2,4	%
	45	2,1	
	60	2,8	
Cloruros	30	0,033	% Cl
	45	0,025	
	60	0,022	
Cenizas	30	2,1	%
	45	2,4	
	60	1,2	
pH	30	4,8	-
	45	5,0	
	60	5,2	

El color del aceite comestible usado depende del número de frituras que haya sufrido, así como el porcentaje de humedad que puede ser alta debido a la ubicación geográfica donde estamos situados; por ende, es importante tener en cuenta que a la materia prima se le debe hacer un pretratamiento minucioso para acondicionar los aceites, de tal manera que se pueda obtener biodiesel y un 10% de glicerina cruda [13]. Respecto a la caracterización, se obtuvo un índice de yodo de 69 g de yodo/g de aceite (Tabla 1), este es un indicativo de la tendencia que tiene una muestra a oxidarse; este valor, refleja una difícil oxidación. Según Muangrat [14], esta característica del aceite está asociada con el grado de instauración de este, en una comparación realizada según lo reportado por autores como Galcés [3] para el aceite de oliva (56,15 g I2/100 g) y por otros autores para el aceite de pescado (93,92 g I2/100 g). El aceite comestible usado, demuestra un valor adecuado, demostrando así que este aceite tiene un menor grado de instauración en comparación a los otros dos aceites propuestos [9].

El índice de acidez fue de 0.4% mg KOH/g de grasa, siendo óptimo para la transesterificación. Un índice de acidez elevado tiene consecuencias problemáticas ya que en presencia del catalizador el proceso tiende a saponificarse. Ramírez y Vejerano [12], mencionan que los aceites crudos y los usados previamente en frituras, generalmente tienen un contenido de ácidos grasos libres superiores al 2%. Luego de haber analizado nuestra muestra se pudo determinar que podíamos transesterificar sin una previa esterificación puesto que según la literatura con una acidez interior a 2mg KOH/ g de grasa puedo proceder de manera directa. Por otra parte, la humedad, fue de 0,28%, siendo este un buen indicador para la transesterificación. Los triglicéridos en contacto con humedad (agua) se descomponen en diglicéridos y monoglicéridos, liberando con esto una o dos cadenas de ácidos grasos. Como producto de la hidrólisis de los triglicéridos estos pierden ramificaciones las mismas que son ácidos grasos los cuales van a aumentar el número de AGL lo que impidiera transesterificar sin la realización previa a una esterificación [3].

A. Análisis de resultados al glicerol obtenido

Respecto al glicerol obtenido posterior a la separación de fases, este tuvo que ser purificado ya que aún contenía trazas de agua y otras sustancias producto de la reacción de transesterificación. En la figura 2, se puede observar los cambios de un glicerol crudo a un glicerol refinado. Lafuente [15], afirma que el glicerol obtenido a partir de biodiesel se puede clasificar en función de su pureza, como glicerol crudo (15-80% de pureza) y glicerol puro o refinado (99,1%). El glicerol crudo contiene una gran cantidad de contaminantes, como lo son: metanol, agua, sales o ácidos grasos libres. La presencia de dichos contaminantes, como a su vez su distinta proporción, se debe al proceso químico utilizado en la obtención del biodiesel. Por otro lado, los procesos de purificación son costosos lo cual deriva en una compleja viabilidad para pequeñas y medianas industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica.

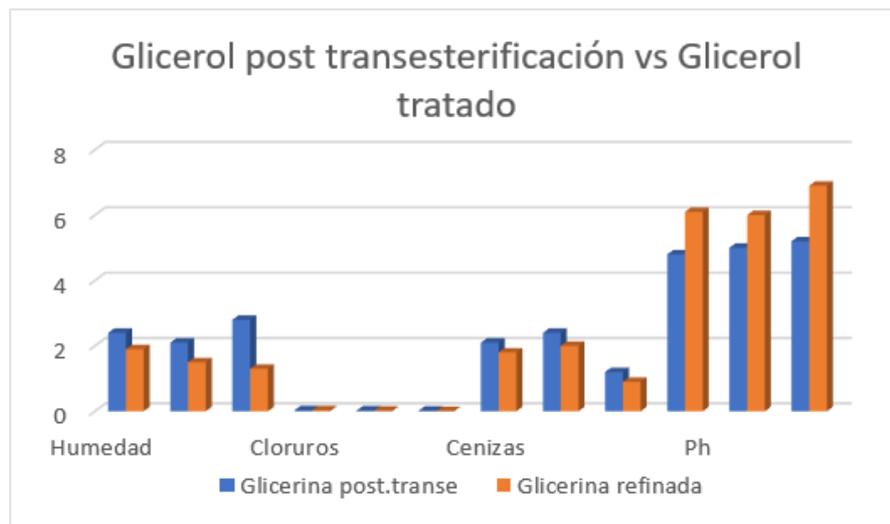


Fig. 2. Reacción global de la transesterificación para la obtención de glicerina [12]

Autores como Cardeño et. al [16] obtuvieron porcentajes de humedad entre 2,6 y 2,8%, siendo este un valor mucho más elevado que el reportado en este trabajo; dichos autores señalan cuando existe un contenido elevado de humedad el proceso necesita una purificación minuciosa capaz de retirar el contenido de agua de las muestras, lo cual lo podemos conseguir mediante el uso de sustancias deshidratantes. Es interesante que debemos tener mucho cuidado en la manipulación de las muestras ya que la glicerina tiene la propiedad de ser higroscópica. Asimismo, se reportó un contenido de cenizas relativamente bajo, considerando como el mejor el tercer ensayo del glicerol refinado, con un valor de 0,4%; y un pH de 6,9. Respecto al pH, autores como Torres, et. al [13] reportaron que el rango ideal para la glicerina esta entre 6,5 y 7,5.

Según la norma NTC 1274, el contenido de cenizas tiene que ser máximo 1,0%; por lo cual nuestros resultados se encuentran dentro de los parámetros con un valor de 0,9%; no obstante, se debe tener en cuenta este parámetro ya que, aunque esté dentro de la norma, se encuentra muy cerca de lo permitido, y un glicerol de calidad no debe tener un alto índice de impurezas reflejado como porcentaje de cenizas [16]. Los cloruros presentes en los análisis posteriores al tratamiento del glicerol bajaron significativamente. Autores como Betancourt et. al [2], manifiestan que en la glicerina existen ciertas cantidades de sales como cloruros y esto se debe a los catalizadores usados en el proceso de la transesterificación además indica que estas sales pueden ser perjudiciales en ciertos casos de acuerdo con el uso que se le dé, así por ejemplo en la agricultura pueden producir afectaciones debido a la presencia de estas sales que pueden ser tóxicas para las plantas.

Respecto al glicerol obtenido posterior a la separación de fases, este tuvo que ser purificado ya que aún contenía trazas de agua y otras sustancias producto de la reacción de transesterificación. En la figura 2, se puede observar los cambios de un glicerol crudo a un glicerol refinado. Lafuente [15], afirma que el glicerol obtenido a partir de biodiesel se puede clasificar en función de su pureza, como glicerol crudo (15-80% de pureza) y glicerol puro o refinado (99,1%). El glicerol crudo contiene una gran cantidad de contaminantes, como lo son: metanol, agua, sales o ácidos grasos libres. La presencia de dichos contaminantes, como a su vez su distinta proporción, se debe al proceso químico utilizado en la obtención del biodiesel. Por otro lado, los procesos de purificación son costosos lo cual deriva en una compleja viabilidad para pequeñas y medianas industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica.

CONCLUSIONES

El proceso de transesterificación para la obtención de glicerol como subproducto fue el adecuado, teniendo como el mejor tiempo 60 min a 60 °C, esto debido a que los parámetros de humedad, cloruros y cenizas fueron los mejores bajo estas variables de operación. En bibliografía referente al tema se ha reportado que después de los 60 min la reacción tiende a ser lineal y ya no hay formación de productos o subproductos como en este caso era el glicerol. El glicerol obtenido se encontró dentro de los parámetros de calidad establecidos, además de probarse su eficaz aplicación en la elaboración de hidrogel. Esta investigación demuestra una de las alternativas en auge para dar un segundo uso a desechos como el aceite comestible usado, en donde las industrias pueden tener una mayor responsabilidad ambiental y a su vez crear productos a partir de subproductos como el glicerol que tiene múltiples aplicaciones comerciales.

Los alcances de los grados más puros de glicerol no pueden lograrse con tratamientos a escala de laboratorio; por tanto, si se desea lograr estándares de calidad, se puede asegurar al combinar procesos como la destilación a presión reducida, intercambio iónico, entre otros; debido a que dependiendo del uso que se le dé al glicerol en las distintas áreas industriales ésta requerirá de mejores condiciones para su obtención.

REFERENCIAS

- [1] N. Sánchez, «Obtención de biodiésel mediante transesterificación de aceite de ricino y grasas animales: Aprovechamiento energético de la glicerina como subproducto del proceso,» Universidad de Extremadura, España, 2015.
- [2] C. Betancourt-Aguilar, R. Mello-Prado, L. Castellanos-González y C. Silva-Campos, «Características de la glicerina generada en la producción de biodiesel, aplicaciones generales y su uso en el suelo,» *Cultivos tropicales*, vol. 37, n° 3, pp. 7-14, 2016.
- [3] C. Gilces González, «Hipoclorito de sodio (NaClO) en la alcalinidad de jabón de tocador artesanal a base de aceite residual Post-Fritura,» ESPAM, Manabi, Ecuador, 2018.
- [4] P. Albarraçín, F. Garay, V. Di Bacco, M. González, M. Tereschuk, S. Chauvet y H. Genta, «Estudios de caracterización de aceites usados en frituras para ser utilizados en la obtención de jabón,» *Investigación y desarrollo*, vol. 32, pp. 1-7, 2010.
- [5] A. Arias Tamayo, «Obtención de biodiesel a partir de aceites comestibles vegetales usados (ACVUS), como una alternativa para el reciclaje de material de desecho altamente contaminante para el medioambiente,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2011.
- [6] G. Arriola Gómez y M. Monjaras Blanco, «Comprobación de pureza de los aceites comestibles de diferentes marcas comerciales en el área metropolitana,» Universidad de El Salvador, El Salvador, 2003.
- [7] M. Escobar, R. Fortínez, L. García y O. Osegueda, «Optimización del proceso de transesterificación alcalina de materias primas recicladas a biodiesel,» 2015. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/11674/6066>. [Último acceso: 2023].
- [8] A. Beléndez, G. Bernabeu, J. Vera Guarinos, C. Pastor Antón y A. Martín García, «Prácticas de Física: Viscosidad. Viscosímetro de Ostwald. Fundamentos Físicos,» 1989. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10045/13687>. [Último acceso: 2023].
- [9] R. Hidalgo, L. Eduardo, C. Valdiviezo Rogel y S. Bonilla Bermeo, «Caracterización del aceite de la semilla de Sacha Inchi (*plukenetia volubilis*) del cantón San Vicente, Manabí, Ecuador, obtenida mediante procesos no térmicos de extrusión,» *La Granja, revista de ciencias de la vida*, vol. 30, n° 2, pp. 77-87, 2019.
- [10] S. Estrada Orozco, «Determinación de la Actividad Antibacteriana in vitro de los Extractos de Romero (*Rosmarinus officinalis* y Tomilla) y Tomillo (*Thymus vulgaris*),» ESPOCH, Ecuador, 2011.
- [11] A. García Arellano, «Obtención de metabolitos de alto valor mediante un proceso tipo biorrefinería a partir de *S. cerevisiae* (Mayen Ex EC Hansen) generada como subproducto del proceso cervecero,» Universidad autónoma de Nuevo León, Nuevo León, 2014.
- [12] I. Ramírez y T. Vejarano, «Obtención De Biodiesel A Partir De Aceite Doméstico Residual,» *Revia*, vol. 6, n° 1, 2018.
- [13] L. Torres-Rivero, B. Ben-Youssef y M. Pérez-Gasca, «Características de la glicerina obtenida del proceso de la reacción del metóxido de sodio en la producción del Biodiesel Characteristics of glycerin obtained from the reaction process of sodium methoxide in the production of Biodiesel,» *Rev. de Energía química y física*, vol. 6, n° 18, pp. 18-28, 2019.
- [14] R. Mott, *Mecánica de Fluidos Aplicada.*, México: Pearson Educación., 1996.
- [15] G. Lafuente Aranda, «Glicerol: síntesis y aplicaciones,» 2017. [En línea]. Available: http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ_Glafuente/Lafuente_Aranda_Gustavo_TFM.pdf. [Último acceso: 2023].
- [16] F. Cardeño, L. Gallego y L. Rios, «Refinación de la fase glicerina del biodiesel de aceite de palma empleando ácidos minerales,» *Información tecnológica*, vol. 22, n° 6, pp. 15-24, 2011.

<https://doi.org/10.47460/minerva.v4i12.135>

Impacto de las innovaciones en la programación orientada a objetos en la creación de nuevos patrones de diseño

José Belisario Vera Vera

<https://orcid.org/0000-0002-9101-3426>

belisariovera@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de
Manabí, Manuel Félix LópezCarrera de Electrónica y Automatización
Campus Politécnico, Sitio El Limón, Calceta
Manabí, Ecuador

Julio Agustín Molina Zambrano

<https://orcid.org/0009-0002-4005-4014>

gmolina@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de
Manabí, Manuel Félix LópezCentro de Aprendizaje de Aplicaciones Informáticas
Campus Politécnico, Sitio El Limón, Calceta
Manabí, Ecuador

Yimmy Salvador Loor Vera

<https://orcid.org/0009-0004-7516-3207>

yloor@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de
Manabí, Manuel Félix LópezCarrera de Electrónica y Automatización
Campus Politécnico, Sitio El Limón, Calceta
Manabí, Ecuador

José Rafael Vera Vera

<https://orcid.org/0000-0003-1721-8770>

jose_verav@espam.edu.ec

jrafaw.4@gmail.com

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de
Manabí, Manuel Félix LópezCarrera de Licenciatura en Turismo
Campus Politécnico, Sitio El Limón, Calceta
Manabí, Ecuador

Recibido (23/09/2023), Aceptado (21/11/2023)

Resumen: Esta investigación está centrada en profundizar sobre el Impacto de las innovaciones en la programación orientada a objetos en la creación de nuevos patrones de diseño. En este trabajo se presentan posibles innovaciones en la programación orientada a objetos y su impacto en los patrones de diseño para el desarrollo de software. Los desarrolladores de estos sistemas enfrentan el reto de diseñar no un sistema único, sino varias formas de resolver un mismo problema e introducir innovaciones que permitan modificar y extender los códigos de una manera rápida y sencilla. Para ilustrar cómo se aplica un patrón de diseño en un sistema orientado a objetos, se muestra un sistema de gestión de pedidos para una venta de repuestos de vehículos en línea. Para este caso, se selecciona el patrón de diseño Factory Method para gestionar la creación de objetos de productos (repuestos) de manera dinámica y eficiente, lo que constituye un primer paso para construir sistemas de grandes dimensiones.

Palabras clave: diseño de software, patrones de diseños, programación orientada a objetos, innovación.

Impact of innovations in object-oriented programming on the creation of new design patterns

Abstract.- This research focuses on delving into the impact of innovations in object-oriented programming on creating new design patterns. This paper presents possible innovations in object-oriented programming and its impact on design patterns for software development. The developers of these systems face the challenge of designing not a single system but several ways to solve the same problem and introduce innovations that allow them to modify and extend the codes quickly and easily. To illustrate how a design pattern is applied in an object-oriented system, an order management system for an online vehicle parts sale is shown. For this case, the Factory Method design pattern is selected to handle creating product objects (spare parts) dynamically and efficiently, which is a first step in building large systems.

Keywords: software design, design patterns, object-oriented programming, innovation.

I. INTRODUCCIÓN

Una característica común de los desarrolladores de software es la necesidad de actualizar un sistema. Esto se facilita con el uso e implementación de patrones de diseño, los cuales son soluciones típicas a problemas comunes en el desarrollo de software. La diferencia entre los patrones de diseño de funciones y bibliotecas es que no se pueden copiar directamente en el programa, debido que no son un fragmento de código, sino un concepto que sirve como solución [1][2]. Por tanto, para implementar un patrón de diseño, hay que adaptarlo al problema que se quiere resolver. Esto dependerá de las características del proyecto. De esta forma se crea una implementación que se ajusta exactamente a las necesidades de nuestra aplicación.

Por otra parte, la programación orientada a objetos es un modelo de programación donde el diseño de software se organiza alrededor de datos u objetos. Se enfoca en los objetos que los programadores necesitan manipular- Un objeto se puede definir como un campo de datos con atributos y comportamientos únicos [3] [4].

En la actualidad existen diferentes lenguajes de programación orientada a objetos, como C++, Objective C, Java, Ruby, Visual Basic, Visual C Sharp, Simula, Perl, TypeScript, Smalltalk, PHP o Python. C++ y Java son los dos lenguajes de programación orientada a objetos más usados. Por otra parte, Python, PHP y Ruby son otros lenguajes de programación orientada a objetos muy populares, aunque más enfocados en la programación, desarrollo web y de aplicaciones para móviles [1][5].

Entre las ventajas de la programación orientada a objetos se tiene la facilidad para detectar errores en el código. En los lenguajes de programación orientada a objetos no es necesario revisar línea por línea del código para detectar un error. Gracias a la encapsulación los objetos son autónomos, de manera que es más fácil abstraer un problema y saber dónde buscar el error cuando algo no funciona bien. La modularidad es relevante, ya que así un equipo puede trabajar en múltiples objetos a la vez mientras se minimizan las posibilidades de que un programador duplique la funcionalidad de otro. El trabajo modular también permite dividir los problemas en partes más pequeñas que se pueden probar de manera independiente [6][7].

Para desarrollar un software robusto es esencial centrarse en algunos atributos. El código debe ser simple, legible y fácil de entender, débilmente acoplado, eficiente, autodocumentado y comprobable. Los programadores dedican gran cantidad de tiempo a actualizar, modificar y mejorar el software. El costo, el esfuerzo y el tiempo pueden reducirse siguiendo buenas prácticas en el desarrollo de software [8].

Existen varias metodologías en el desarrollo orientado a objetos; los patrones de diseño es una de ellas. Debido que el diseño orientado a objetos es complejo, es de suma importancia que los programadores de software aprovechen la experiencia de otros mediante el uso de marcos o patrones de diseño [9]. El patrón de diseño orientado a objetos es un área de investigación muy activa en el desarrollo de software. En [10] exploran los beneficios de implementar patrones en diseños de software. Demuestran que un objeto que permite la codificación de un patrón para un entorno específico puede crearse y utilizarse en diferentes fases del desarrollo del software [11]. En [12], se realizó un análisis para verificar la reutilización de patrones de diseño y paquetes de software, que describe algunas ventajas y desventajas de estos patrones. Desarrollaron ejemplos que emplean patrones de diseño, junto a diseños alternativos que resuelven el mismo problema, además se utilizó una herramienta para facilitar la extensibilidad.

En este trabajo se muestran los resultados de una investigación empírica para estudiar el Impacto de las innovaciones en la programación orientada a objetos en la creación de nuevos patrones de diseño. El artículo se divide en la forma siguiente; en sección 2 se muestra el desarrollo del trabajo, la sección 3 explica las estrategias metodológicas seguidas en la investigación, la sección 4 en resultados, se muestra un ejemplo del uso de patrones de diseño. Finalmente, se muestran las conclusiones y las referencias más relevantes usadas para desarrollar el trabajo.

II. DESARROLLO

La programación orientada a objetos y los patrones de diseño son dos conceptos fundamentales en el desarrollo de software. Su comprensión y aplicación efectiva son cruciales para construir softwares robustos. En adelante se explora la relación entre la programación orientada a objetos y los patrones de diseño, y cómo su combinación puede innovar para mejorar la eficiencia y la calidad en desarrollo de software [13]. La orientación a objetos es un paradigma se basa en el concepto de objetos. Los objetos son entidades que representan elementos del mundo real y encapsulan datos y comportamientos relacionados. Mientras, los datos y las funciones se tratan por separado, la orientación a objeto los combina en objetos interconectados. En la orientación a objetos, estos son instancias de clases, que actúan como plantillas para definir la estructura y el comportamiento de estos. Estas clases definen atributos (variables) y métodos (funciones) que describen las propiedades y acciones de los objetos [14].

La aplicación adecuada de patrones de diseño presenta algunas ventajas en el desarrollo de software [15] [16]:

·Reutilización de Soluciones: ofrecen soluciones probadas que los programadores pueden reutilizar en diferentes proyectos o sistemas.

- Mantenibilidad: Facilitan la comprensión y el mantenimiento del código al proporcionar una estructura organizada, entendible y manejable.
- Flexibilidad: permiten que el software sea más flexible y adaptable a cambios acorde con el sistema a desarrollar.
- Comunicación efectiva: proporcionan un lenguaje común para describir soluciones y ayudan a los equipos de programadores a comunicarse de manera más efectiva.

A. Patrones de diseño en un entorno orientado a objetos

Los patrones de diseño se aplican de manera efectiva en un entorno orientado a objetos aprovechando los conceptos y principios fundamentales de la programación orientada a objetos. Varias formas de lograr esta aplicación son las siguientes [17]:

- Herencia y Abstracción: Se usa para implementar patrones estructurales y de comportamiento. Las clases base pueden servir como puntos de partida para aplicar patrones como el Adapter o el Strategy.
- Polimorfismo: Permite que objetos de diferentes clases respondan de manera única a los mismos mensajes. Esto es fundamental para la implementación de patrones de comportamiento, como el Observer o el Command, donde varios objetos pueden reaccionar de manera diferente a un evento.
- Encapsulación: Asegura que los detalles internos de un objeto se mantengan ocultos, lo que facilita la aplicación de patrones creacionales como el Singleton o el Factory Method para gestionar la creación y acceso a objetos.

Los conocimientos sobre el diseño de software son extensos y significativos. Sin embargo, existen nuevos retos que necesariamente implican innovaciones. Los retos actuales que se vislumbran en el diseño de software actualmente son:

1. La fuerte influencia de las bibliotecas y los marcos en la toma de decisiones y diseño de software. Los programadores reutilizan varias bibliotecas, marcos, y arquitecturas no solo para acelerar el desarrollo de software, sino también para apoyar sus diferentes funciones y requisitos no funcionales. Estas bibliotecas, marcos, y arquitecturas frecuentemente obligan a los desarrolladores a cambiar la forma de implementar sus modelos de orientación a objetos.
2. El software será más complejo a medida de la complejidad del problema, por la cantidad de variables y parámetros involucrados. El mismo software podría tener múltiples usuarios que tienen sus perspectivas e intereses muy distintos, los cuales también tienen sus requerimientos específicos. En la práctica, esto significa que la representación de un modelo único del problema no es suficiente.
3. Medición La calidad del diseño es fundamental para apoyar a los programadores decidan sobre cual patrón de diseño utilizar. Actualmente, los desarrolladores no confían en el diseño automatizado existente.

III. METODOLOGÍA

La investigación es descriptiva debido detalla el proceso estudiado a través de la medición de uno o más variables. Con esta investigación, se infiere cómo se relacionan o vinculan diversos procesos entre sí. Lo principal es saber cómo se comporta una variable conociendo el desempeño de otra variable relacionada. También es aplicada, debido que se enfoca en el diseño de un sistema real.

La metodología aplicada en el desarrollo de un software en Python implica la selección y aplicación de patrones de diseño adecuados para resolver problemas comunes. Algunos patrones de diseño comunes en Python incluyen el patrón creacional Abstract Factory, Builder, Factory Method, Prototype y Singleton, así como el patrón estructural Adapter. En el caso de estudio mostrado en este trabajo se usa Factory Method.

Como caso de estudio se tiene una tienda que vende repuestos de vehículos. Se desarrolla un código, que permite al cliente conocer una serie de características de los repuestos (objeto) antes de proceder a la compra en línea. El código se desarrolla para tres productos, pero se puede extender para introducir más elementos en la variable repuesto.



Figura 1. Algoritmo ejecutado en el trabajo propuesto.
Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS

A. Ejemplo de un patrón de diseño en un sistema orientado a objetos

Para ilustrar cómo se aplica un patrón de diseño en un sistema orientado a objetos, se plantea un estudio de caso: desarrollar un sistema de gestión de pedidos para una venta de repuestos de vehículos en línea. Se selecciona el patrón de diseño Factory Method para gestionar la creación de objetos de productos (repuestos) de manera dinámica y eficiente.

La tienda en línea ofrece una variedad de productos, como neumáticos, radiadores e inyectores; es evidente que cada tipo de producto tiene una estructura y un proceso distinto. En lugar de crear manualmente cada gestión de producto, se implementa el patrón Factory Method para simplificar el proceso.

En la implementación del Factory Method, en primer lugar, se define una interfaz común llamada repuesto, que todas las clases de productos deben implementar. Esto asegura que cada tipo de repuesto tenga formas consistentes, sobre cómo obtener se descripción y calcular su precio.

A continuación, se crean clases concretas para cada tipo de repuesto: neumáticos, radiadores e inyectores, que implementan la interfaz repuesto y proporcionan detalles específicos sobre cómo se describen y calculan los precios de esos repuestos.

Es fundamental la creación de una clase *FabricaRepuestos* que contiene un método llamado *crearRepuesto*, el cual acepta un parámetro que indica qué tipo de repuesto se debe crear. Por ejemplo, si el parámetro es neumático, la fábrica crea una instancia de la clase neumático. Esto permite la creación dinámica de objetos de repuestos, de tal forma que el cliente no conoce los detalles específicos de creación ni del software.

La implementación del patrón Factory Method en este sistema orientado a objetos ofrece varias ventajas. Además, la abstracción del proceso de creación es uno de los puntos más resaltantes. Esta abstracción permite una fácil extensión del sistema con nuevos tipos de productos sin necesidad de modificar el código existente. La encapsulación es otro aspecto importante: los detalles de creación de objetos se encapsulan en la fábrica, lo que oculta la complejidad al cliente y facilita en gran medida el mantenimiento. Debido a estas ventajas, la reutilización se convierte en una práctica efectiva. La fábrica puede reutilizarse en todo el sistema para crear diversos productos, facilitando la reutilización del código.

B. El Código

A continuación, se presenta el código en Python, donde se muestra cómo se pueden crear instancias de diferentes tipos de productos utilizando el Factory Method en la fábrica *FabricaRepuestos*. Cada clase de repuesto implementa los métodos "obtener_descripcion" y "calcular_precio" de la interfaz Producto. Esto permite la creación dinámica de objetos de producto sin conocer los detalles específicos de creación.

```
# Definición de la interfaz Repuesto
# Variables Neumáticos, Radiador, Inyectores
class Repuesto:
    def obtener_descripcion(self):
        pass

    def calcular_precio(self):
        pass

# Clase concreta para productos de Neumáticos
class Neumáticos(Repuesto):
    def obtener_descripcion(self):
        return Neumático: Ring 14, 184, 72"

    def calcular_precio(self):
        return 40.0

# Clase concreta para productos de Radiador
class Radiador(Repuesto):
    def obtener_descripcion(self):
        return "Radiador: Capacidad de agua+fluido refrigerante"

    def calcular_precio(self):
        return 84.0

# Clase concreta para productos de Inyectores
class Inyectores (Repuesto):
    def obtener_descripcion(self):
        return "Inyectores"

    def calcular_precio(self):
        return 80.0

# Venta de repuestos de vehículos que utiliza el Factory Method
class FabricaRepuestos:
    def crear_Repuestos(self, tipo_repuesto):
        if tipo_Repuesto == "Neumáticos":
            return Neumáticos()
        elif tipo_Repuesto == "Radiador":
            return Radiador()
        elif tipo_Repuesto == "Inyectores":
            return Inyectores()
        else:
            raise ValueError("Tipo de producto no válido")

# Uso del Factory Method
fabrica = FabricaRepuestos()

producto_Neumático = fabrica.crear_repuestoto("Neumático")
print(producto_Neumático.obtener_descripcion()) # Salida: Neumático: Ring 14,184, 72
print(repuesto_neumáticoo.calcular_precio()) # Salida: 84.0
```

```
producto_radiador = fabrica.crear_repuesto("Radiador")
print(producto_radiador.obtener_descripcion()) # Salida: Radiador: agua+fluido refrigerante
print(producto_radiador.calcular_precio()) # Salida: 84.0
```

```
producto_Inyectores = fabrica.crear_repuesto("Inyectores")
print(repuesto_Inyectores.obtener_descripcion()) # Salida: Inyectores: inyectores
print(producto_Inyectores.calcular_precio()) # Salida: 80.0
```

En el código mostrado, si el programador quiere extender el código, debe introducir más elementos en la variable repuesto, es fácil seguir la sintaxis sin dificultad. A nivel de innovación se puede introducir: i) marca, modelo y año del vehículo para el cual el cliente está comprando el repuesto, ii) un mismo repuesto de distintas marcas y iii) el país de procedencia del repuesto (China, Taiwan, EEUU, Brasil). Otro elemento, a considerar a la hora de extender el programa es la interconexión con otras tiendas de repuestos, tal que, si el comercio consultado inicialmente no lo posee, el código lo direcciona a otro comercio del mismo ramo. Además, se pueden añadir elementos que permitan un control de inventario sin margen de errores.

También, a nivel de innovación, el código se puede extender de tal forma de incluir todos los elementos asociados, por ejemplo, al sistema de inyección o al sistema refrigerante del vehículo, buscando la satisfacción del cliente. Bajo estas premisas el patrón de diseño es innovador, aportando valor agregado a la empresa o comercio.

Los programadores o desarrolladores de software deben ser capaces de conocer ampliamente el problema, las variables relevantes para la empresa, los procesos internos de la empresa viéndola como un sistema donde las variables interactúan de tal forma, que el cliente sienta que prácticamente recibe un trato personalizado, conduciendo a que el propio sistema se autoregule y autocontrole constituyendo en sí un sistema de gestión y de información.

CONCLUSIONES

La principal contribución de esta investigación fue mostrar con un ejemplo sencillo cómo el uso de patrones de diseño puede mejorar la flexibilidad del software de una aplicación desarrollada utilizando la programación orientada objeto. La forma sencilla como se muestran las herramientas usadas en el ejemplo, permite que el software sea mucho más flexible a los cambios. Estos cambios se pueden agregar como extensión en lugar de modificar los componentes existentes. Esto reduce significativamente el costo, el tiempo y el esfuerzo para implementar los cambios.

Conocer y utilizar patrones de diseño reviste gran importancia en el desarrollo de software. La aplicación de estos patrones ayuda a abordar los retos más recurrentes en el desarrollo de la programación orientada a objetos, además de ofrecer una mayor productividad y amplio conocimiento a los desarrolladores de software.

Para la innovación en la programación orientada a objetos en la creación de nuevos patrones de diseño, es necesaria la aparición de nuevos frameworks, nuevas plataformas, nuevos tipos de acceso a datos. Estos se someten a pruebas de validez y robustez por la comunidad de desarrolladores. Para ello deberá demostrar que es nuevo, que es correcto y que es útil para solucionar problemas de diseño.

La programación orientada a objeto proporciona una base sólida para la representación de objetos del mundo real en el código, promoviendo la reutilización, la modularidad y la flexibilidad. Los principios clave de la orientación a objetos, como la encapsulación, la herencia, el polimorfismo y la abstracción, forman la base sobre la cual se pueden aplicar los patrones de diseño. Se mostró un ejemplo concreto de cómo se aplican estos patrones en un entorno orientado a objetos, desde el uso del patrón Factory Method.

Es importante también innovar en un trabajo futuro, con el la implementación de inteligencia artificial en el diseño de patrones. Herramientas como PatternedAI, se utilizan para generar patrones para productos. En el diseño industrial, la inteligencia artificial influye a través del uso de algoritmos de aprendizaje automático para analizar grandes volúmenes de datos, extraer patrones y tendencias, y sugerir cambios orientados a la funcionalidad y la reducción de costos en el diseño de productos nuevos e innovadores.

REFERENCIAS

- [1] R. Subburaj, J. Gladman, C. Hwata "Impact of Object-Oriented Design Patterns on Software Development International", Journal of Scientific & Engineering Research, vol. 6, no. 2, February-2015.
- [2] L. Ackerman and C. Gonzalez, "The value of pattern implementations", The World of Software Development Journal, Computer Science, Vol. 32 no. 6, pp. 28-32, 2011.
- [3] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson and J. Vlissides. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995.
- [4]. M. Weiss and H. Mouratidis, "Selecting security patterns that fulfill security requirements", 16th International Conference on Requirements Engineering (RE'08), IEEE, 2008, pp. 169-172.
- [5] U. Zdun, "Systematic pattern selection using pattern language grammars and design space analysis", Software: Practice & Experience, vol. 37, pp. 983-1016, 2007.
- [6] H. Marouane, C. Duvallet, A. Makni, R. Bouaziz, and B. Sadeg, "An UML profile for representing real-time design patterns", Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, vol. 30, no. 4, pp. 478-497, 2018.
- [7] M. Aniche, J. W. Yoder and F. Kon, "Current Challenges in Practical Object-Oriented Software Design. In P. Kellenberger (Ed.)", Proceedings - 2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: New Ideas and Emerging Results, ICSE-NIER 2019 (pp. 113-116).
- [8] J. Bräuer, R. Plösch, M. Saft, and C. Körner, "Measuring object-oriented design principles: The results of focus group-based research", Journal of Systems and Software, vol. 140, pp. 74-90, 2018.
- [9] C. Gravino, and M. Risi, "How the use of design patterns affects the quality of software systems: a preliminary investigation", In 2017 43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA) 2017, pp. 274-277.
- [10] K. Lano, S. Kolahdouz-Rahimi, S. Yassipour-Tehrani and M. Sharbaf, "A survey of model transformation design patterns in practice", Journal of Systems and Software, vol. 140, pp. 48-73, 2018.
- [11] H. Marouane, C. Duvallet, A. Makni, R. Bouaziz, and B. Sadeg, "An UML profile for representing real-time design patterns", Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, vol. 30, no. 4, pp. 478-497, 2018.
- [12] M. Ehsan, E. Khonica, W. Wan, M. Azmi and R. Binti, " Impact of Design Principles and Patterns on Software Flexibility: An Experimental Evaluation Using Flexible Point", Journal of Computer Science, vol. 17, no. 7, pp. 624-638, 2021.
- [13] J. Bansiya and C. Davis, "A hierarchical model for object-oriented design quality assessment", Transaction on Software Engineering, IEEE Computer Society, Vol. 1, 2002.

-
- [14] J. Bräuer, R. Plösch, M.Saft, and C. Körner.)” Measuring object-oriented design principles: The results of focus group-based research”, *Journal of Systems and Software*, vol. 140, pp.74-90, 2018.
- [15] F. Khomh, and Y. G. Guéhéneuc, “Design patterns impact on software quality: Where are the theories?”. In 2018 IEEE 25th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER) 2018, pp. 15-25.
- [16] H. Marouane, C. Duvallet, A. Makni, R. Bouaziz, and B. Sadeg, “An UML profile for representing real-time design patterns”. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, vol. 30, no. 4, pp. 478-497, 2018.
- [17] K. Lano, S. Kolahdouz-Rahimi, S. Yassipour-Tehrani and M. Sharbaf, “A survey of model transformation design patterns in practice”. *Journal of Systems and Software*, vol. 140, pp. 48-73, 2018
- [18] D. Abdullah, M. H. Khan, and R. Srivastava, “Flexibility: A Key Factor to Testability”. *International Journal of Software Engineering & Applications,(IJSEA)*, vol. 6, no. 1, 2015
- [19] A. H. Eden and T. Mens, “Measuring software flexibility”, *IEE Proceedings-Software*, vol. 153, no. 3, pp. 113-125, 2006.
- [20] M. Oruc, F. Akal, and H. Sever, “Detecting design patterns in object-oriented design models by using a graph mining approach”. In 2016 4th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT), 2016, pp. 115-121.



Edited by:


AutanaBooks
Engineering & Services