

## Revisión sistemática de las aplicaciones de vanguardia en el campo de la visión por computadora

*Systematic review of state-of-the-art applications in the field of computer vision*

- <sup>1</sup> Paulo César Torres Abril  <https://orcid.org/0000-0002-4055-883X>  
Magister en Gerencia de Sistemas de Información, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.  
[pc.torres@urta.edu.ec](mailto:pc.torres@urta.edu.ec)
- <sup>2</sup> Santiago David Jara Moya  <https://orcid.org/0000-0002-4360-6008>  
Máster en Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.  
[sd.jara@uta.edu.ec](mailto:sd.jara@uta.edu.ec)
- <sup>3</sup> Leonardo David Torres Valverde  <https://orcid.org/0000-0002-1996-3240>  
Máster Universitario en Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.  
[ld.torres@uta.edu.ec](mailto:ld.torres@uta.edu.ec)
- <sup>4</sup> Darwin René Arias Martínez  <https://orcid.org/0000-00c03-4306-1033>  
Magister en Gerencia de Sistemas de Información, Instituto Tecnológico Universitario Vida Nueva, Quito, Ecuador  
[sistemas@istvidanueva.edu.ec](mailto:sistemas@istvidanueva.edu.ec)



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/07/2023

Revisado: 09/08/2023

Aceptado: 11/09/2023

Publicado: 19/10/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i4.2710>

Cítese:

Torres Abril, P. C., Jara Moya, S. D., Torres Valverde, L. D., & Arias Martínez, D. R. (2023). Revisión sistemática de las aplicaciones de vanguardia en el campo de la visión por computadora. *Ciencia Digital*, 7(4), 26-53.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i4.2710>



*CIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinaria, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>  
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras claves:**

Algoritmos,  
Artificial, Deep  
Learning,  
Metodología  
SLR,  
Procesamiento  
de imágenes,  
Visión.

**Keywords:**

Algorithms,  
Artificial, Deep  
Learning, SLR  
Methodology,  
Image

## Resumen

**Introducción:** La visión artificial combina inteligencia artificial y robótica para analizar imágenes capturadas por cámaras. Se basa en la teoría de la percepción del color RGB y considera factores como la iluminación y el tipo de sensor. Utiliza modelos de color para modificar imágenes con precisión. Se emplean OpenCV y Python en esta investigación sobre técnicas avanzadas en visión artificial, centrándose en la innovación y algoritmos para mejorar la precisión en la clasificación de objetos mediante el aprendizaje automático y redes neuronales. **Objetivo:** El objetivo principal de este estudio es llevar a cabo un examen exhaustivo de la información disponible acerca de los avances recientes en visión artificial mediante metaanálisis o revisión sistemática, con el fin de abordar de manera más precisa la investigación en este ámbito. **Metodología:** La investigación se enfoca en la visión artificial, priorizando fuentes científicas recientes en inglés, aunque se incluyen libros y fuentes web confiables en menor medida. Se utiliza un enfoque cualitativo a través de la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura (SLR), que abarca la formulación de preguntas, exploración de documentos, selección rigurosa de obras y adquisición de datos relevantes. **Resultados:** El análisis destaca que la visión por computadora es un campo avanzado con diversas aplicaciones en sistemas de dispositivos inteligentes; también se realizó un análisis de palabras clave para identificar tendencias clave en los artículos seleccionados. **Conclusión:** La mayoría de los estudios relevantes sobre el tema se hallaron en bases de datos en inglés como IEEE y Springer, con limitadas referencias en Scopus debido a sus costos asociados; el enfoque de este estudio se centra en sistemas inteligentes y su aplicación en la detección de objetos en tiempo real mediante redes neuronales convolucionales. **Área de estudio general:** Tecnologías de la Información y Comunicación (Tic). **Área de estudio específica:** Inteligencia artificial.

## Abstract

**Introduction:** Computer vision combines artificial intelligence and robotics to analyze images captured by cameras. It is based on the theory of RGB color perception and considers factors such as illumination and sensor type. It uses color models to accurately modify images. OpenCV and Python are used in this research on advanced techniques in computer vision, focusing on innovation and

Processing,  
Vision.

---

algorithms to improve object classification accuracy using machine learning and neural networks. **Objective:** The main objective of this study is to conduct a comprehensive review of the available information on recent advances in machine vision by means of meta-analysis or systematic review, to address research more accurately in this field. **Methodology:** The research focuses on computer vision, prioritizing recent scientific sources in English, although reliable books and web sources are included to a lesser extent. A qualitative approach is used through the Systematic Literature Review (SLR) methodology, which encompasses the formulation of questions, exploration of documents, rigorous selection of works and acquisition of relevant data. **Results:** The analysis highlights that computer vision is an advanced field with diverse applications in intelligent device systems; a keyword analysis was also performed to identify key trends in the selected articles. **Conclusion:** Most of the relevant studies on the subject were found in English databases such as IEEE and Springer, with limited references in Scopus due to their associated costs; the focus of this study is on intelligent systems and their application in real-time object detection using convolutional neural networks.

---

## Introducción

La visión artificial, también conocida como visión por computadora, se encuentra en la intersección de diversos campos, incluyendo la inteligencia artificial y la robótica (Lee et al., 2023). Esta disciplina integra y combina principios y conceptos de programación, informática, mecatrónica, álgebra lineal, estadísticas y probabilidad, entre otros, con el propósito de analizar, procesar y manipular imágenes capturadas por sensores ópticos, comúnmente conocidos como cámaras, que buscan replicar la capacidad visual humana. Esto posibilita que los sistemas de visión puedan identificar y comprender las características del entorno que están observando.

El procesamiento de imágenes se sustenta principalmente en teorías de la percepción del color, como la tricromía RGB. Esto se debe a que una imagen se compone en realidad de una matriz de colores con tres capas: Rojo, Verde y Azul (RGB). Cada píxel de la imagen puede ser interpretado como una combinación de estos tres colores, y el cerebro humano, al procesar esta información, genera la percepción de color que observamos (Shubham et al., 2022).

Para lograr una correcta interpretación de las características de una imagen, es esencial considerar variables físicas como la distancia focal y, por supuesto, las condiciones de iluminación, el entorno y, especialmente, el tipo de sensor utilizado. Esto se debe a que la composición matricial de las imágenes puede ser influenciada por factores naturales o físicos, como la reflexión de la luz o el deslumbramiento, que tienden a causar distorsiones hacia tonos más claros (Khaliluzzaman et al., 2018).

Asimismo, la temperatura y la humedad ambiental son condiciones para tener en cuenta, ya que las condiciones extremas, como las olas de calor, pueden afectar la calidad de la imagen. En este contexto, el tratamiento óptico de las imágenes se basa en la explotación consciente de esta teoría matricial o modelo RGB (Bhattacharya & Chatterjee, 2017).

Un modelo de color se utiliza con el propósito de intencionadamente alterar las características de una imagen, permitiendo la aplicación de diversas modificaciones como desenfoque, binarización, aplicación de texturas, así como técnicas tales como el uso de filtros gaussianos, segmentación de color, y ajustes de profundidad, entre otros. De esta manera, se logra modificar la imagen de manera precisa y efectiva (Mostafi et al., 2022).

Este trabajo se basa en la información proporcionada por artículos científicos relacionados con el procesamiento de imágenes mediante visión artificial utilizando las herramientas OpenCV (Kulkarni et al., 2020; Sriratana et al., 2018). En consecuencia, se abordan las técnicas más destacadas, incluyendo los filtros de color basados en estadísticas, así como las aplicaciones más avanzadas relacionadas con el procesamiento de imágenes (Ho et al., 2022).

Este estudio tiene como objetivo examinar la información disponible sobre los recientes avances en visión artificial. Para lograr esto, se optó por utilizar un enfoque distinto en lugar de las revisiones bibliográficas subjetivas, que a veces se denominan narrativas (Moreno et al., 2023). En su lugar, se empleó un metaanálisis o revisión sistemática, que se considera una metodología más objetiva y rigurosa para llevar a cabo la revisión de la investigación en este campo (Sánchez et al., 2010).

De acuerdo con la información examinada, la comunidad de investigadores se enfoca en la innovación y la creación de aplicaciones que demandan una respuesta instantánea. En este contexto, resulta esencial el desarrollo de algoritmos diseñados para optimizar el procesamiento de imágenes, al mismo tiempo que perfeccionan la eficiencia y precisión en procesos considerados inteligentes, como la clasificación e identificación de objetos. Esto se logra mediante la aplicación de técnicas como el aprendizaje automático, redes neuronales y, por supuesto, la convolución.

## Metodología

Dado que el tema de la visión artificial y sus aplicaciones se encuentra en la vanguardia de la investigación, se ha dado prioridad a los artículos científicos publicados en los últimos siete años (a partir de 2015) como fuentes principales de información, tanto en revistas como en conferencias, preferiblemente en inglés. Sin embargo, también se ha hecho referencia a libros y fuentes web confiables y actualizadas, aunque en menor cantidad. Este trabajo se basa en un enfoque cualitativo, ya que se utilizará la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura (SLR), que comprende las siguientes etapas:

- A. Preguntas de investigación.
- B. Exploración de documentos.
- C. Selección rigurosa de obras.
- D. Adquisición de datos significativos y contribuciones pertinentes.

### **A. Preguntas de investigación (RQ)**

Basándonos en el enfoque de partida (Ho et al., 2022), se sugiere dirigir de manera estructurada la indagación hacia cuatro interrogantes que se detallan a continuación:

- RQ1: ¿Cuáles son las técnicas de procesamiento de imágenes más avanzadas en la actualidad?
- RQ1-Objetivo: Identificar las técnicas que tienen un mayor nivel de adopción en la actualidad.
- RQ2: ¿Cuáles son las aplicaciones más destacadas en la actualidad?
- RQ2-Objetivo: Resumir de manera concisa las áreas de aplicación más vanguardistas de la visión por computadora en los últimos años.
- RQ3: ¿Cuáles son los ejemplos de aplicaciones que están influyendo en la investigación en el ámbito del procesamiento de imágenes?
- RQ3-Objetivo: Evaluar cómo la visión artificial está aportando innovación a diversas aplicaciones.
- RQ4: ¿Cuál es el panorama futuro de la visión artificial dentro de los Sistemas Inteligentes?
- RQ4-Objetivo: Reconocer las áreas potenciales para la creación de sistemas inteligentes que aprovechen la visión artificial.

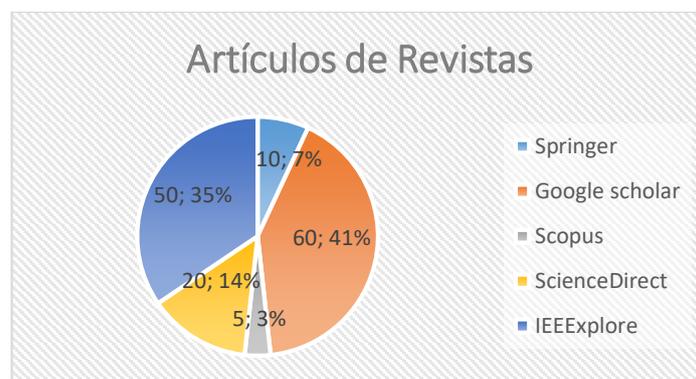
### **B. Exploración de documentos**

Para obtener información de vanguardia sobre las aplicaciones del procesamiento de imágenes, hemos realizado una exhaustiva búsqueda y recopilación de datos procedentes de fuentes ampliamente respetadas en la comunidad de investigación. Nuestro enfoque se basa en rigurosas prácticas científicas para garantizar la calidad de la información recabada.

A continuación, se presentan las bases de datos científicas utilizadas para recopilar información en el estudio de los artículos que serán revisados en bases de datos en línea, tal como se detalla en la tabla 1.

**Tabla 1**
*Base de Datos científicas en línea*

Base de Datos	URLs
IEEE Xplorer	<a href="http://ieeexplore.ieee.org/">http://ieeexplore.ieee.org/</a>
Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
Google scholar	<a href="https://scholar.google.es/">https://scholar.google.es/</a>
Springer	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>

**Figura 1**
*Exploración inicial de artículos*


Según la ilustración 1 y tomando en consideración las bases de datos utilizadas, se obtuvieron los siguientes resultados: IEEE Xplore (50), ScienceDirect (20), Scopus (5), Google Académico (60) y Springer (10).

Realizando una búsqueda inicial de información, se evidencia un claro interés en la comunidad científica por el campo de la visión por computadora. En este sentido, se considera apropiado llevar a cabo un análisis exhaustivo de la literatura y documentación relevante, abarcando no solo textos en inglés, sino también en español. Sin embargo, es importante destacar que este estudio se centrará exclusivamente en artículos escritos en inglés.

**C. Selección rigurosa de obras**

El inicio de esta fase destaca la amplia gama de documentos y artículos disponibles para el investigador. Sin embargo, es esencial realizar un proceso de filtrado de la información y centrarse en la selección, teniendo en cuenta ciertos aspectos o criterios (Ho et al., 2022).

**Tabla 2**

*Resultados de la búsqueda de información sobre criterios de selección (SLR)*

Fuente	CS1	CS2	CS3
IEEE Xplorer	50	40	18
Science Direct	10	5	0
Scopus	15	7	1
Google scholar	60	20	4
Springer	10	10	9
Total	145	82	32

La tabla 2 presenta los resultados de la búsqueda de información en varias bases de datos seleccionadas. Se identificaron un total de 145 papers que cumplen con el Criterio de selección 1 “CS1”, 82 papers que cumplen con el criterio de selección 2 “CS2” y 32 papers que cumplen con el criterio de selección 3 “CS3” en relación con el tema de estudio. Los criterios usados fueron los siguientes:

- C1: Criterios de Selección (CS1). - Se consideró la actualidad en función del período de publicación o indexación del artículo científico o conferencia, limitándose a los años 2015-2022.
- C2: Criterios de Selección (CS2). - Se aplicó un filtro de idioma, priorizando los artículos escritos en inglés.
- C3: Criterios de Selección (CS3). - La selección se basó en la relevancia con respecto al tema. Siguiendo los criterios establecidos, se generó la tabla 3 de resultados:

En resumen, el enfoque que se usó para la selección de Artículos fue:

- CS1: Actualidad (2015-2020).
- CS2: Idioma (inglés).
- CS3: Relevancia Temática.

**Tabla 3**

*Resultados finales de la selección de artículos*

Fuente	Frecuencia	Porcentaje %
IEEE Xplorer	18	56%
Scopus	1	3%
Google scholar	4	9%
Springer	9	31%
Total	32	100%

En la tabla 3 que se muestra previamente, al analizar la transición a la que se sometieron los documentos, se observa que la selección de material para esta revisión de investigación consta de 32 artículos, la mayoría de los cuales provienen de fuentes como IEEE y Springer. Además, a partir del gráfico anterior, se destaca la diversidad en el proceso de búsqueda de información, ya que, según el segundo criterio de filtrado, se aprecia que el investigador cuenta con una proporción casi equivalente de fuentes tanto en inglés como en español.

#### **D. Adquisición de datos significativos y contribuciones pertinentes**

Para llevar a cabo la aplicación de los criterios de selección, se dispone de un equipo compuesto por tres profesionales. Este equipo realiza un proceso de filtrado de la información, y como resultado de esta fase de revisión y análisis, se identificaron un total de 32 trabajos que serán sometidos a un análisis detallado en relación con las preguntas de investigación planteadas. Estos análisis contribuirán a la formulación de las conclusiones del estudio. A continuación, se detallan las características más destacadas de cada una de las fuentes utilizadas en esta revisión.

- **Código:** A1 (Berjon et al., 2020)

**Título:** FVV Live: Real-Time, Low-Cost, Free Viewpoint Video

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2020

**Autores:** Daniel Berjón; Pablo Carballeira; Julián Cabrera; Carlos Carmona; Daniel Corregidor; César Díaz

**Objetivo:** Se introduce un sistema de Flujo de Video Visual (FVV) en tiempo real de bajo costo que coordina múltiples nodos para las etapas de adquisición, transmisión, síntesis y presentación, con la capacidad de generar un modelo detallado de la profundidad del fondo durante la calibración.

- **Código:** A2 (Swain, Dhariwal, & Kumar, 2018)

**Título:** A Python (Open CV) based automatic tool for parasitemia calculation in peripheral blood smear.

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2018

**Autores:** Mahendra Swain; Sandeep Dhariwal; Gaurav Kumar

**Objetivo:** Crear un proceso utilizando Python (OpenCV) para simplificar el procesamiento de imágenes, calcular el tamaño de las células, realizar transformaciones morfológicas y determinar la parasitemia.

- **Código:** A3 (Mohanasundaram et al., 2019)

**Título:** Vehicle Theft Tracking, Detecting And Locking System Using Open CV Using Open CV

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2018

**Autores:** S. Mohanasundaram; V. Krishnan; V. Madhubala

**Objetivo:** Implementar un sistema innovador que permita la apertura de vehículos a través del reconocimiento facial, aprovechando la potencia y versatilidad de OpenCV en su desarrollo. Este enfoque promete ofrecer una mayor comodidad y seguridad en el acceso a los vehículos.

- **Código:** A4 (Jain et al., 2018)

**Título:** Visual Assistance for Blind Using Image Processing Processing

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2018

**Autor:** B Deepthi Jain; Shwetha M Thakur; K V Suresh

**Objetivo:** Este artículo presenta una propuesta de sistema destinado a asistir a individuos con discapacidad visual. El propósito fundamental de este sistema es desarrollar una herramienta visual portátil que sea capaz de responder a comandos de voz emitidos por el usuario.

- **Código:** A5 (Pavithra & Suresh, 2019)

**Título:** Fingerprint Image Identification for Crime Detection

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2019

**Autor:** Pavithra R.; K.V. Suresh

**Objetivo:** Se busca desarrollar un sistema de aprendizaje automático profundo (CNN) para identificar huellas dactilares en escenas del crimen, incluso en imágenes difíciles. El objetivo es lograr una alta precisión (alrededor del 80%) en la identificación de huellas, beneficiando la resolución de casos en serie en una base de datos criminal.

- **Código:** A6 (Chandan et al., 2021)

**Título:** Real Time Object Detection and Tracking Using Deep Learning and OpenCV.

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2018

**Autor:** Chandan G, Ayush Jain, Harsh Jain, Mohana

**Objetivo:** Implementar un algoritmo de detección de objetos que combine características de varios enfoques de aprendizaje profundo, priorizando la eficiencia en la detección y seguimiento sin comprometer la precisión, especialmente útil en situaciones donde se requiere velocidad.

- **Código:** A7 (Guo et al., 2019)

**Título:** Geosr: A Computer Vision Package for Deep Learning Based Single-Frame Remote Sensing Imagery Super-Resolution

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2019

**Autores:** Zhiling Guo, Guangming Wu, Xiaodan Shi, Mingzhou Sui, Xiaoya Song, Yongwei Xu, Xiaowei Shao, Ryosuke Shibasaki.

**Objetivo:** Introducir GeoSR es un paquete de visión por computadora de código abierto que utiliza técnicas de aprendizaje profundo para mejorar la resolución de imágenes de teledetección. Ofrece herramientas y modelos preentrenados para simplificar el desarrollo y evaluación de métodos de superresolución, lo que puede beneficiar a otras áreas de procesamiento de imágenes.

- **Código:** A8 (Sasaki et al., 2017)

**Título:** A study on vision-based mobile robot learning by deep Q-network.

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2017

**Autores:** Hikaru Sasaki, Tadashi Horiuchi and Satoru Kato.

**Objetivo:** Se busca guiar a un robot móvil con comportamientos adecuados utilizando información visual compleja. El método aprovecha éxitos previos en situaciones de bajo rendimiento y acelera el aprendizaje mediante la técnica "Profit Sharing" en DQN (Deep Q-Network).

- **Código:** A9 (Bellemo et al., 2019)

**Título:** Artificial intelligence using deep learning to screen for referable and vision-threatening diabetic retinopathy in Africa: a clinical validation study.

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2019

**Autores:** Valentina Bellemo, Zhan W Lim, Gilbert Lim, Quang D Nguyen, Yuchen Xie, Michelle Y T Yip, Haslina Hamzah, Jinyi Ho, Xin Q Lee, Wynne Hsu, Mong L Lee, Lillian Musonda, Manju Chandran, Grace Chipalo-Mutati, Mulenga Muma, Gavin S W Tan, Sobha Sivaprasad, Geeta Menon, Tien Y Wong, Daniel S W Ting.

**Objetivo:** Examinar la exactitud de un modelo de inteligencia artificial (IA) basado en aprendizaje profundo en un sistema de detección de retinopatía diabética dentro de un contexto poblacional en Zambia, una nación con ingresos en el rango de media-baja.

- **Código:** A10 (Yudin et al., 2019)

**Título:** Detection of Big Animals on Images with Road Scenes using Deep Learning

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2019

**Autores:** Dmitry Yudin Anton Sotnikov Andrey Krishtopik

**Objetivo:** Se desarrolla un software utilizando Keras, PyTorch y librerías de NVidia con CUDA para identificar animales grandes en imágenes, este enfoque eficaz tiene posibles aplicaciones en sistemas de visión para vehículos autónomos y asistencia al conductor.

- **Código:** A11 (Kusuma et al., 2019)

**Título:** Driver Distraction Detection using Deep Learning and Computer Vision.

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2019

**Autores:** Kusuma.S, Divya Udayan.J, Aashay Sachdeva.

**Objetivo:** Fue creado un sistema que emplea aprendizaje profundo y visión por computadora para identificar la somnolencia del conductor. Se implementó un avanzado modelo que estima la posición de la cara y los ojos con el propósito de mejorar la precisión de la detección y minimizar los errores de detección falsos tanto positivos como negativos.

- **Código:** A12 (Deep & Zheng, 2019)

**Título:** Leveraging CNN and Transfer Learning for Vision-based Human Activity Recognition

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2019

**Autores:** Samundra Deep, Xi Zheng

**Objetivo:** Aplicar un modelo de aprendizaje profundo (CNN) para predecir actividades humanas utilizando el conjunto de datos Wiezmann. Los resultados demuestran una alta precisión del 96,95% con el modelo VGG-16, lo que sugiere su utilidad en aplicaciones de reconocimiento de actividad humana.

- **Código:** A13 (Akbar et al., 2019)

**Título:** Runway Detection and Localization in Aerial Images using Deep Learning

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2019

**Autores:** Javeria Akbar, Muhammad Shahzad, Muhammad Imran Malik, Adnan Ul-Hasan, Faisal Shafait.

**Objetivo:** Mejorar el aterrizaje automático de plataformas aéreas, como drones, mediante la detección y localización precisa de pistas de aterrizaje en imágenes aéreas complejas. Se emplea un enfoque innovador que combina arquitecturas de aprendizaje profundo y métodos tradicionales de procesamiento de imágenes.

- **Código:** A14 (Nassif et al., 2019)

**Título:** Speech Recognition Using Deep Neural Networks: A Systematic Review

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2019

**Autores:** Ali Bou Nassif, Ismail Shahin, Imtinan Attili, Mohammad Azzeh, Khaled Shaalan.

**Objetivo:** Revisar y analizar exhaustivamente los avances en el uso del aprendizaje profundo en aplicaciones de procesamiento del habla desde 2006 hasta 2018. Se examinan 174 artículos para identificar tendencias de investigación y destacar posibles áreas de interés futuro en este campo en constante evolución.

- **Código:** A15 (Harikrishnan et al., 2019)

**Título:** Vision-face recognition attendance monitoring system for surveillance using deep learning technology and computer vision

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2019

**Autores:** Harikrishnan J Arya, Sudarsan Remya Ajai, A S Aravind Sadashiv.

**Objetivo:** Describir un sistema de vigilancia y asistencia en tiempo real que utiliza redes neuronales artificiales para detectar rostros con aplicaciones en la asistencia universitaria y la seguridad laboral. Destaca una interfaz de usuario intuitiva y logra una precisión del 74% en la detección de rostros en tiempo real, abordando la necesidad de un sistema fácil de usar para el reconocimiento facial.

- **Código:** A16 (Mantegazza et al., 2019)

**Título:** Learning Vision-Based Quadrotor Control in User Proximity.

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2019

**Autores:** Dario Mantegazza, Jerome Guzzi, Luca M. Gambardella, Alessandro Giusti.

**Objetivo:** Describir el proceso de la capacitación de una red neuronal profunda para anticipar las instrucciones de vuelo del dron utilizando la información capturada por la cámara. Para lograr esto, se recopilan datos de entrenamiento al ejecutar un controlador básico creado manualmente, que se basa en datos visuales de seguimiento de movimientos.

- **Código:** A17 (Yu et al., 2018)

**Título:** The Design of Single Moving Object Detection and Recognition System Based on OpenCV.

**Base de Datos:** IEEE Xplorer

**Año:** 2018

**Autores:** Lijun Yu, Weijie Sun, Hui Wang, Qiang Wang and Chaoda Liu.

**Objetivo:** Proponer un algoritmo llamado FT para detectar y reconocer objetos en movimiento en visión por computadora, mejorando la precisión y eficiencia mediante métricas de distancia, gráficos de características y un clasificador en cascada Haar de baja complejidad. Los resultados experimentales indican su alta precisión y su potencial en aplicaciones de ingeniería.

- **Código:** A18 (O'Mahony et al., 2020)

**Título:** Deep Learning vs. Traditional Computer Vision

**Base de Datos:** IEEE Xplorer.

**Año:** 2019

**Autores:** Niall O'Mahony, Sean Campbell, Anderson Carvalho, Suman Harapanahalli, Gustavo Velasco Hernández, Lenka Krpalkova, Daniel Riordan, Joseph Walsh.

**Objetivo:** Generar una discusión en torno a la pertinencia de preservar el conocimiento de las técnicas tradicionales de visión por computadora. Además, el documento examinará la posibilidad de fusionar las dos corrientes de la visión por computadora.

- **Código:** A19 (Manju & Valarmathie, 2021)

**Título:** Video analytics for semantic substance extraction using OpenCV in python

**Base de Datos:** Scopus

**Año:** 2021

**Autor:** A. Manju. P. Valarmathie

**Objetivo:** Establecer un marco para la identificación de objetos en datos de video. Se presenta un enfoque que emplea OpenCV para estructurar los recursos de video con el propósito de extraer información semántica.

- **Código:** A20 (Sravya et al., 2021)

**Título:** Automate the fingerprint identification process by image processing with Otsu thresholding.

**Base de Datos:** Google Scholar

**Año:** 2021

**Autor:** Luis, Barba-Guaman; Carlos, Calderon-Cordova; Pablo Alejandro, Quezada-Sarmiento

**Objetivo:** Explorar fundamentos teóricos para reconocer objetos por color a través de la umbralización en los tonos rojo, amarillo y verde. Se utiliza Python y OpenCV para mejorar la precisión de la detección de objetos de forma gratuita.

- **Código:** A21 (Estarita et al., 2017)

**Título:** Sistema de Reconocimiento de objetos en tiempo real

**Base de Datos:** Google Scholar

**Año:** 2019

**Autor:** Jorge Estarita, Andrés Jiménez, Jaime Brochero, Hugo Escobar, Silvia Moreno

**Objetivo:** Utilizar la tecnología de visión artificial para llevar a cabo el reconocimiento de un objeto. Este proceso implica la detección del objeto a través de una cámara web y, posteriormente, el software del sistema realiza un análisis de patrones para determinar si coincide con alguno de los objetos almacenados previamente en una base de datos.

- **Código:** A22 (Rodríguez et al., 2015)

**Título:** Detection of fishes in turbulent waters based on image analysis.

**Base de Datos:** Google Scholar

**Año:** 2018

**Autor:** Rodríguez, Alvaro; Rabuñal, Juan R.; Bermudez, Maria; Puertas, Jeronimo

**Objetivo:** Abordar la cuestión de la segmentación automática de peces en ambientes acuáticos agitados, se emplea una red neuronal de tipo SOM (Mapas Autoorganizados) con el objetivo de identificar peces en imágenes capturadas por un sistema de cámara submarina instalado en una ranura vertical utilizada para el paso de peces en estructuras hidráulicas construidas en ríos con el fin de facilitar la migración de los peces río arriba.

- **Código:** A23 (Cadena et al., 2019)

**Título:** Facial recognition techniques using SVM: A comparative analysis

**Base de Datos:** Google scholar

**Año:** 2019

**Autor:** José Augusto Cadena Moreano, Nora Bertha La Serna Palomino, Alex Christian Llano Casa.

**Objetivo:** Revisar el reconocimiento facial en 2D, destacando su relevancia en la seguridad y el ámbito laboral. Se analizan los resultados de investigaciones que emplean técnicas de extracción de características, clasificación de patrones y bases de datos, con el fin de determinar las técnicas más eficientes para un reconocimiento facial óptimo en 2D, considerando la calidad de las bases de datos y las herramientas utilizadas.

- **Código:** A24 (Gadi et al., 2020)

**Título:** A Novel Python Program to Automate Soil Colour Analysis and Interpret Surface Moisture Content

**Base de Datos:** Springer

**Año:** 2020

**Autor:** Vinay Kumar Gadi, Dastan Alybaev, Priyanshu Raj, Akhil Garg, Guoxiong Mei, Sekharan Sreedeeep, Lingaraj Sahoo

**Objetivo:** Crear un script Python adicional con el propósito de automatizar el proceso de análisis de color del suelo, con el fin de comprender mejor el nivel de humedad presente en la superficie.

- **Código:** A25 (Xia et al., 2020)

**Título:** Design and implementation of tunnel image mosaic system based on Open CV.

**Base de Datos:** Springer

**Año:** 2019

**Autor:** Yanhui Xia, Baisheng Nie, Yanan Zhang, Zhengyou Wang, Zhiqiang Wang, Shibo Liu, Baoyue Zhang

**Objetivo:** Desarrollar un enfoque de mosaico de imágenes utilizando el algoritmo ORB en el campo de la visión artificial para abordar la limitación de ángulo de adquisición de la cámara en túneles estrechos.

- **Código:** A26 (Khuushi et al., 2018)

**Título:** Real Time Mixing Index Measurement of Microchannels Using OpenCV.

**Base de Datos:** Springer

**Año:** 2019

**Autor:** Khuushi, Vanadana Jain, Rajendra Patrikar, and Raghavendra Deshmukh.

**Objetivo:** Lograr cálculos en tiempo real del Índice de Masa (IM) para optimizar el sistema de microfluidos, mediante la utilización de una herramienta de procesamiento de imágenes de código abierto, como OpenCV, basada en visión por computadora.

- **Código:** A27 (De Lima et al., 2021)

**Título:** Parallel hashing-based matching for real-time aerial image mosaicing.

**Base de Datos:** Springer

**Año:** 2021

**Autor:** Roberto de Lima, Aldrich A. Cabrera Ponce, José Martínez Carranza.

**Objetivo:** Desarrollar un emparejador de características eficiente basado en el descriptor ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) y su implementación en tablas hash. Este enfoque tiene como finalidad ampliar las aplicaciones de generación de mosaicos aéreos, permitiendo la creación de panorámicas de alta resolución en áreas extensas y la recopilación de datos detallados de manera simultánea.

- **Código:** A28 (Buzzin et al., 2019)

**Título:** Advances in Intelligent Systems and Computing.

**Base de Datos:** Springer

**Año:** 2018

**Autor:** Alessio, Buzzin; Rita, Asquini; Domenico, Caputo; Giampiero, De

**Objetivo:** Respalda y fomenta investigaciones innovadoras realizadas por estudiantes, investigadores, académicos, científicos y profesionales de la industria de la próxima generación. Esto se llevó a cabo en un entorno compartido con el fin de promover el beneficio mutuo y la colaboración en el intercambio de conocimientos.

- **Código:** A29 (Rao et al., 2021)

**Título:** Artificial intelligence and robotics.

**Base de Datos:** Springer

**Año:** 2018

**Autor:** Javier Andreu Perez, Fani Deligianni, Daniele Ravi and Guang-Zhong Yang

**Objetivo:** Definir una máquina con inteligencia, es esencial considerar sus implicaciones tanto en el ámbito operativo como en el social. Dado que se estima que el mercado de la Inteligencia Artificial (IA) llegará a los 3 billones de dólares en 2024, tanto la industria como los organismos gubernamentales de financiación están realizando inversiones significativas en IA y robótica.

- **Código:** A30 (Díaz-Toro et al., 2018)

**Título:** Dense tracking, mapping and scene labeling using a depth camera.

**Base de Datos:** Springer

**Año:** 2018

**Autor:** Andrés Alejandro Díaz-Toro; Lina María Paz-Pérez; Pedro Piniés-Rodríguez; Eduardo Francisco Caicedo-Bravo

**Objetivo:** Introducir un sistema que emplea una cámara de profundidad, específicamente el sensor Kinect, con el propósito de realizar el seguimiento detallado, la reconstrucción tridimensional y la detección de objetos en ambientes que se asemejan a entornos de escritorio.

- **Código:** A31 (Auysakul et al., 2019)

**Título:** Development of Multi-process for Video Stitching in the AVM Applications Based on OpenCV.

**Base de Datos:** Springer

**Año:** 2019

**Autor:** Jutamane Auysakul, He Xu, and Vishwanath Pooneeth.

**Objetivo:** Desarrollar un algoritmo de multiproceso que permita unir vistas panorámicas completas capturadas desde múltiples cámaras de visión periférica en tiempo real, el propósito es mejorar la eficiencia y la calidad de la transmisión en vivo en aplicaciones de monitorización automovilística, evitando la necesidad de recalcular parámetros constantemente.

- **Código:** A32 (Johnston & Chazal, 2018)

**Título:** A review of image-based automatic facial landmark identification techniques.

**Base de Datos:** Springer

**Año:** 2018

**Autor:** Benjamin Johnston, Philip de Chazal.

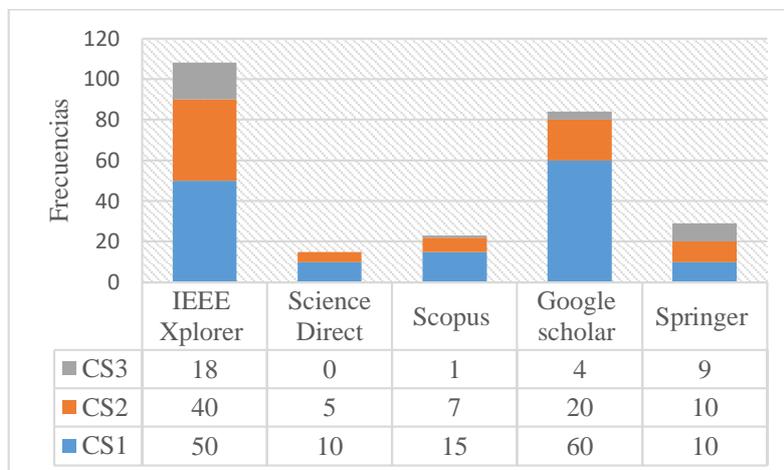
**Objetivo:** Este artículo tiene como propósito realizar una revisión de la literatura actual relacionada con la señalización facial, resaltando los notables progresos alcanzados en este ámbito.

## Resultados

Siguiendo la metodología sugerida, que involucra la implementación de cuatro etapas específicas, se aplicaron tres criterios o filtros para la selección de artículos académicos. En la fase inicial, se identificaron aproximadamente 145 trabajos en español e inglés. En esta etapa, se observó que la mayoría de los trabajos se encontraban en Google Scholar (41%) y en IEEE (34%), como se puede apreciar en la figura 2.

**Figura 2**

*Resultados de la búsqueda según los criterios de selección*

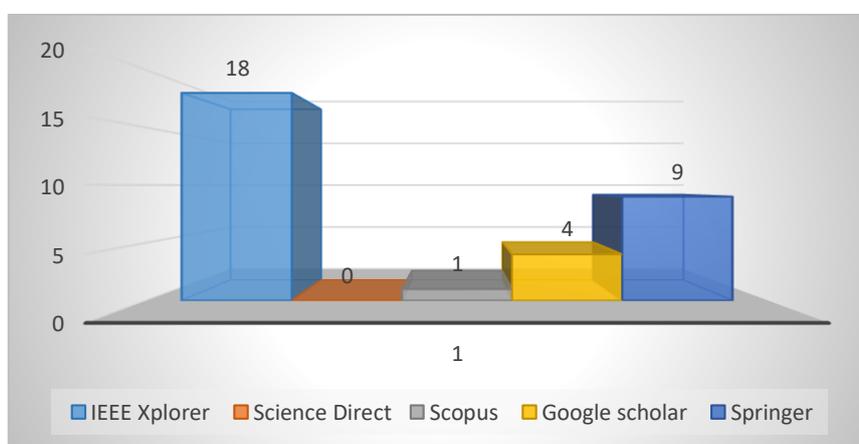


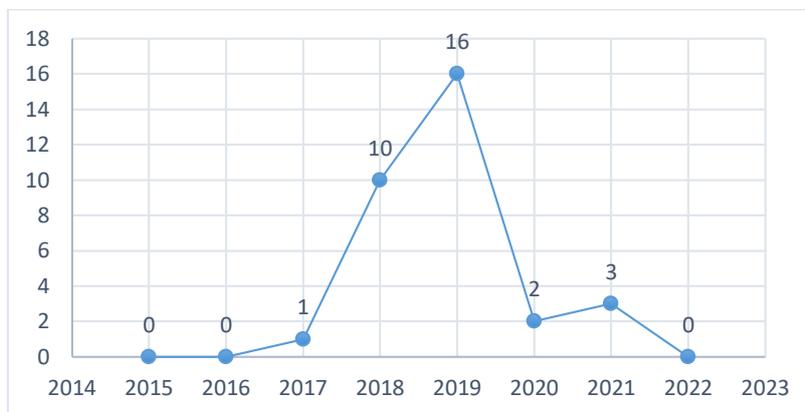
Posteriormente, al aplicar el primer filtro que abarcó el período de publicación de 2015 a 2022, se logró descartar aproximadamente el 40% de los artículos (63 en total), resultando en 82 artículos relacionados. De estos, el 49% pertenecen a IEEE Xplorer, el 24% a Google Académico y el 12% a Springer.

Tras aplicar los criterios de selección, se obtuvo un total de 32 artículos. Es relevante mencionar que el 56% de estos artículos se recuperaron de la base de datos IEEE Xplorer, mientras que el 28% proviene de Springer.

**Figura 3**

*Total de artículos encontrados según la base de datos*



**Figura 4**
*Análisis de los artículos publicados por año*


Después de organizar la documentación de acuerdo con la metodología SLR (Kulkarni et al., 2020), procedimos a realizar una revisión sistemática de los contenidos y contribuciones de los 32 artículos, centrándonos en las preguntas de investigación definidas. El filtro utilizado se demostró eficiente al seleccionar los artículos relevantes, como se muestra en la ilustración 3, que indica que la mayoría de estos artículos provienen de fuentes publicadas en IEEE Xplore. También se realizó un análisis breve basado en el año de publicación, como se presenta en la ilustración 4, donde se observa un aumento en la cantidad de publicaciones en el año 2019, y se nota que la mayoría de ellas son relevantes para los últimos cuatro años. La siguiente fase involucra el análisis de los resultados obtenidos en respuesta a las cuatro preguntas orientadoras, y a continuación, enumeramos los resultados más destacados.

#### **RQ1: ¿Cuáles son las técnicas de procesamiento de imágenes más avanzadas en la actualidad?**

La visión por computadora se basa en técnicas fundamentales como la inversión, umbralización, binarización, transformaciones, filtrado, histogramas, segmentación, entre otras, no obstante, en los últimos cinco años, han surgido nuevas técnicas en el campo de la visión por computadora o visión artificial, ejemplificadas por:

- **Aprendizaje profundo:** El aprendizaje profundo representa una técnica de vanguardia en el ámbito del procesamiento de imágenes, como se puede observar en los artículos que abarcan desde Estarita et al. (2017) hasta Rao et al. (2021). Esta disciplina del aprendizaje automático desempeña un papel fundamental y sirve como base para diversos campos, incluyendo la Inteligencia Artificial, la Minería de Datos y la Visión por Computador, tal como se menciona en Rao et al., (2021). Su capacidad para aprender funciones complejas, especialmente cuando la información es

intrincada, es notoria. Los sistemas neuronales simulados, a menudo denominados aproximadores universales, tienen la capacidad de modelar cualquier función, independientemente de su complejidad, con tan solo una capa oculta, como se describe en (Khuushi et al., 2018). Además, el aprendizaje profundo ha experimentado mejoras significativas gracias al aumento en la capacidad de cómputo de los dispositivos, lo que incluye un mayor poder de procesamiento y memoria.

- **Redes neuronales de convolución:** En un total de 7 artículos, se resalta el uso de la detección de imágenes a través de una red neuronal convolucional conocida como CNN, como se describe en los artículos (Khuushi et al., 2018; De Lima et al., 2021). Además, en el artículo (Xia et al., 2020), se menciona la arquitectura de una red neuronal denominada YOLOv3, que se utiliza para el reconocimiento de animales con un alto grado de certeza.
- **Vectores de máquinas de soporte (SMV):** Esta técnica de clasificación de vectores se utiliza para el reconocimiento facial (Khuushi et al., 2018; Yu et al., 2018).

## RQ2: ¿Cuáles son las aplicaciones más destacadas en la actualidad?

Según los datos recopilados, es posible resaltar diversas áreas de aplicación, siendo la Inteligencia Artificial una de las más relevantes. Esta se encuentra estrechamente ligada al aprendizaje profundo y las redes neuronales. Por ejemplo, en el estudio de Cadena et al. (2019), se emplea la Inteligencia Artificial en el proceso de detección de la evolución de la diabetes en niños. En este contexto, la inteligencia artificial se utiliza para analizar imágenes y se aplican dos métodos de redes convolucionales, como la arquitectura VGGNET y ResNet. Estas redes se emplean para la extracción de características de las imágenes oculares y para establecer conexiones residuales en el proceso (Johnston & Chazal, 2018).

- **Redes Neuronales:** Según los autores Xia et al. (2020), De Lima et al. (2021) y Díaz-Toro et al. (2018), se sugiere la implementación de sistemas de clasificación y reconocimiento de imágenes en tiempo real con alta confiabilidad utilizando algoritmos neuronales, como en el caso del reconocimiento de actividad humana (HAR). Esto es relevante dado que los métodos convencionales requieren sensores corporales para registrar la actividad humana (Auysakul et al., 2019). En esta línea, se aprovecha la información de color RGB y se aplican tres redes neuronales convolucionales (CNN) basadas en aprendizaje profundo (De Lima et al., 2021). Se enfrenta el desafío del sobreajuste, que ocurre cuando el modelo se ajusta demasiado a los datos de entrenamiento, disminuyendo su capacidad de generalización en datos nuevos y afectando el rendimiento predictivo. Para abordar esto, se exploran estrategias como la agrupación, que regula las redes neuronales para evitar la selección de valores extremos o mínimos (Rao et al., 2021).

- **Visión en robótica:** En el campo de la robótica, las técnicas de visión artificial de última generación están transformando la percepción y la interacción de los robots con su entorno. Estas técnicas permiten a los robots reconocer objetos, sortear obstáculos y colaborar de manera segura con humanos (Harikrishnan et al., 2019). Su integración está revolucionando aplicaciones como la navegación autónoma de vehículos y drones, así como la asistencia en cirugías precisas. Esta convergencia de robótica y visión artificial representa una frontera tecnológica en constante evolución con vastas aplicaciones y potencial para mejorar nuestra vida cotidiana.
- **Aplicaciones relacionadas con la Medicina:** En el estudio de Cadena et al. (2019), se propone la aplicación de deep learning para diagnosticar la retinopatía diabética en pacientes mediante la evaluación de imágenes de sus ojos. Además, en Swain et al. (2018), se presenta una herramienta automatizada que utiliza Python y OpenCV para calcular la parasitemia en frotis de sangre periférica, empleando técnicas de procesamiento de imágenes como el filtro de Gauss y el análisis de histogramas de color.

**RQ3: ¿Cuáles son los ejemplos de aplicaciones que están influyendo en la investigación en el ámbito del procesamiento de imágenes?**

- El aprendizaje profundo a través de redes neuronales ofrece un vasto abanico de posibilidades en el ámbito de la investigación, un ejemplo concreto de esto es el desarrollo de redes neuronales pre entrenadas como YOLO (Cadena et al., 2019; Xia et al., 2020; De Lima et al., 2021), las cuales permiten a los investigadores enfocarse en los resultados específicos de sus estudios correspondientes.
- CNN, que significa "red neuronal convolucional", es el pionero entre los métodos de aprendizaje profundo y consta de tres componentes fundamentales. Por otro lado, IF-CNN se refiere a un método diseñado para permitir una inferencia rápida al reducir la carga computacional. En este marco, se inicia construyendo un conjunto de modelos que incluyen diferentes niveles de complejidad en las redes neuronales convolucionales (CNN). Este enfoque se describe en detalle en Rao et al. (2021).

**RQ4: ¿Cuál es el panorama futuro de la visión artificial dentro de los Sistemas Inteligentes?**

- La visión por computadora y el aprendizaje automático han generado un nuevo panorama tecnológico que abarca diversas industrias, desde la salud hasta la realidad virtual y la automatización de vehículos, con aplicaciones que incluyen la identificación de enfermedades y experiencias de inversión. IEC se ha interesado en cuestiones de seguridad y rendimiento en robots aspiradores y cortacésped para el hogar y se utiliza en industrias como la informática y la automatización industrial (Pavithra & Suresh, 2019).

- La visión artificial se ha vuelto eficaz en la detección de retinopatía diabética en países con recursos limitados, lo que complementa la estrategia VISIÓN 2020 para mejorar la atención oftalmológica, los sistemas de inteligencia artificial pueden identificar riesgos sistémicos y ofrecen resultados más rápidos que los evaluadores humanos. Esto se refleja en áreas verdes en imágenes de fondo de retina, que indican las contribuciones del modelo de IA en casos de retinopatía diabética referible (Rao et al., 2021).

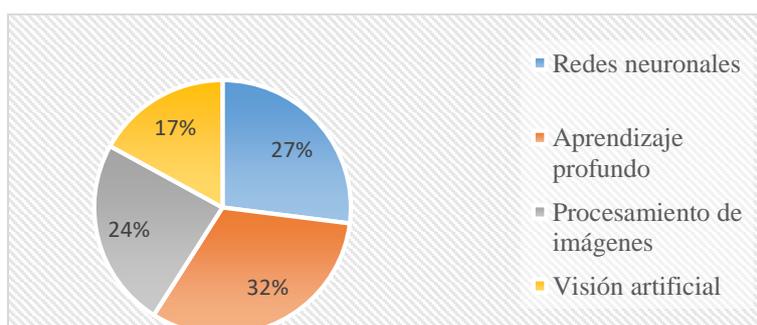
Durante la selección de los 32 artículos, se observó que la mayoría de las fuentes sobre técnicas de procesamiento de imágenes provienen de IEEE y Springer. Aunque hay una abundancia de información sobre visión artificial y redes neuronales, la investigación se enfoca en artículos en inglés seleccionados de fuentes confiables, siendo más del 50% de IEEE y el resto en su mayoría disponibles en Springer, además, la mayoría de los artículos o congresos se han indexado en 2019, con un análisis leve que incluye datos hasta el último trimestre de 2021.

El análisis de las dos fuentes, IEEE y Springer revela que las aplicaciones de visión por computadora se consideran un campo de vanguardia; el examen de las preguntas de investigación también destaca la diversidad de aplicaciones en visión por computadora y la estrecha relación entre las redes neuronales y el aprendizaje profundo, especialmente en sistemas de dispositivos inteligentes utilizados para clasificación, predicción y detección de imágenes procesadas.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis en relación con las palabras clave empleadas en la revisión, lo que implicó la creación de una tabla que muestra la frecuencia de repetición de estas palabras clave en las obras seleccionadas durante la fase final del proceso, como se muestra a continuación:

**Figura 5**

*Resultados de las palabras usadas en la búsqueda*



### Conclusiones

- La mayoría de los artículos relevantes relacionados con el tema en cuestión fueron escritos en inglés y se localizaron en bases de datos como IEEE y Springer. No se logró obtener una cantidad significativa de información de Scopus debido a los costos asociados a su utilización.
- Los sistemas inteligentes tienen aplicaciones en una amplia variedad de campos, pero en este estudio en particular, se enfocan principalmente en la implementación de una técnica que involucra la clasificación y detección de objetos en tiempo real mediante el uso de redes neuronales convolucionales.
- Se puede concluir que la mayoría de las aplicaciones de vanguardia en visión artificial han sido concebidas, desarrolladas y registradas principalmente a partir de 2017, esto sugiere que los investigadores ecuatorianos podrían encontrar oportunidades valiosas para explorar y contribuir en este ámbito, ya que existen numerosas aplicaciones potenciales que podrían ser desarrolladas en beneficio de Ecuador.
- Como dato relevante para futuros trabajos, es importante destacar que una parte significativa de los algoritmos de punta en el campo de la visión artificial se crean utilizando Python y OpenCV como sus principales herramientas de desarrollo.

### Conflicto de intereses

Los autores declararon que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

### *Referencias Bibliográficas*

- Akbar, J., Shahzad, M., Malik, M. I., Ul-Hasan, A., & Shafait, F. (2019). Runway Detection and Localization in Aerial Images using Deep Learning. *Digital Image Computing: Techniques and Applications, DICTA*, 1(1), 1-8.
- Auysakul, J., Xu, H., & Pooneeth, V. (2019). Development of Multi-process for Video Stitching in the AVM Applications Based on OpenCV. *Proceedings of International Conference on Mechatronics and Intelligent Robotics*, 1(1), 1013-1020.
- Bellemo, V., Lim, Z. W., Lim, G., Nguyen, Q. D., Xie, Y., Yip, M. Y., & Tan, G. S. (2019). Artificial intelligence using deep learning to screen for referable and vision-threatening diabetic retinopathy in Africa: a clinical validation study. *The Lancet Digital Health*, 1(1), 35-44.
- Berjon, D., Carballeira, P., Cabrera, J., Carmona, C., Corregidor, D., Diaz, C., & García, N. (2020). FVV Live: Real-Time, Low-Cost, Free Viewpoint Video.

2020 *IEEE International Conference on Multimedia and Expo Workshops, ICMEW 2020*, 1(1), 1-2.

- Bhattacharya, T., & Chatterjee, A. (2017). Evaluating performance of some common filtering techniques for removal of Gaussian noise in images. *2017 IEEE International Conference on Power, Control, Signals, and Instrumentation Engineering (ICPCSI)*, 1(1), 1981–1984.
- Buzzin, A., Asquini, R., Caputo, D., & De, G. (2019). Sensors and Image Processing. En *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 651, pp. 137-142). Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2018.
- Cadena Moreano, J. A., La Serna Palomino, N. B., & Llano Casa, A. C. (2019). Facial recognition techniques using SVM: A comparative analysis. *Enfoque UTE*, 3(98-111), 10.
- Chandan, G., Jain, A., & Jain, H. (2021). Real Time Object Detection and Tracking Using Deep Learning and OpenCV. *Proceedings of the 3rd International Conference on Inventive Research in Computing Applications, ICIRCA 2021*, 1(1), 1305-1308.
- De Lima, R., Cabrera-Ponce, A. A., & Martinez-Carranza, J. (2021). Parallel hashing-based matching for real-time aerial image mosaicing. *Journal of Real-Time Image Processing*, 18(1), 143-156.
- Deep, S., & Zheng, X. (2019). Leveraging CNN and Transfer Learning for Vision-based Human Activity Recognition. *29th International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC)*, 1(1), 1-4.
- Díaz-Toro, A. A., Paz Pérez, L. M., Piniés Rodríguez, P., & Caicedo Bravo, E. F. (2018). Dense tracking, mapping and scene labeling using a depth camera. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioqui*, 86(1), 54-69.
- Estarita, J., Jim, A. B., J., E., & Moreno, S. (2017). Sistema de Reconocimiento de objetos en tiempo real. *Investigación y desarrollo en TIC*, 8(2), 41-45.
- Gadi, V. K., Alybaev, D., Raj, P., Garg, A., Mei, G., Sreedeeep, S., & Sahoo, L. (2020). A Novel Python Program to Automate Soil Color Analysis and Interpret Surface Moisture Content. *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering*, 6(2), 1-8.
- Guo, Z., Wu, G., Shi, X., Sui, M., Song, X., Xu, Y., & Shibasaki, R. (2019). Geosr: A Computer Vision Package for Deep Learning Based Single-Frame Remote

- Sensing Imagery Super-Resolution. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 1(1), 3376-3379.
- Harikrishnan, J., Sudarsan, A., Sadashiv, A., & Ajai, R. A. (2019). Vision-face recognition attendance monitoring system for surveillance using deep learning technology and computer vision. *International Conference on Vision Towards Emerging Trends in Communication and Networking (ViTECoN)*, 1(1), 1-5.
- Ho, P. T., Albajez, J. A., Santolaria, J., & Yagüe-Fabra, J. A. (2022). Study of Augmented Reality Based Manufacturing for Further Integration of Quality Control 4.0: A Systematic Literature Review. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(4), 1-51.
- Jain, B. D., Thakur, S. M., & Suresh, K. V. (2018). Visual Assistance for Blind Using Image Processing. *International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSPP)*, 1(1), 0499-0503.
- Johnston, B., & Chazal, P. (2018). A review of image-based automatic facial landmark identification techniques. *Eurasip Journal on Image and Video Processing*, 1(1), 1-23.
- Khaliluzzaman, M., Yakub, M., & Chakraborty, N. (2018). Comparative Analysis of Stairways Detection Based on RGB and RGB-D Image. *International Conference on Innovations in Science, Engineering and Technology (ICISSET)*, 1(1), 519–524.
- Khuushi, J. V., Patrikar, R., & Deshmukh, R. (2018). Real Time Mixing Index Measurement of Microchannels Using OpenCV. *In VLSI Design and Test: 22nd International Symposium*, 1(1), 278-284.
- Kulkarni, B. P., Krishna, S. S., Meenakshi, K., Kora, P., & Swaraja, K. (2020). Performance Analysis of Optimization Algorithms GA, PSO, and ABC based on DWT-SVD watermarking in OpenCV Python Environment, *2020 International Conference for Emerging Technology (INCET), Belgaum, India*, 1(1), 1-5.
- Kusuma, S., Udayan, J. D., & Sachdeva, A. (2019). Driver distraction detection using deep learning and computer vision. *2nd International Conference on Intelligent Computing*, 1(1), 289-292.
- Lee, H. L., Kang, J., Lim, J., Kim, S. C., Jeon, S. O., & Lee, J. Y. (2023). Hybridization of short-range and long-range charge transfer excited states in multiple resonance emitter. *Nature communications*, 14(1), 1-8.

- Manju, A., & Valarmathie, P. (2021). Video analytics for semantic substance extraction using OpenCV in python. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12(3), 4057-4066.
- Mantegazza, D., Guzzi, J., Gambardella, L. M., & Giusti, A. (2019). Learning Vision-Based Quadrotor Control in User Proximity. *14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, 1(1), 369-369.
- Mohanasundaram, S., Krishnan, V., & Madhubala, V. (2019). Vehicle Theft Tracking, Detecting and Locking System Using Open CV. *5th International Conference on Advanced Computing & Communication Systems (ICACCS)*, 1(1), 1075-1078.
- Moreno Ligeró, M., Lucena Anton, D., Salazar, A., Failde, I., & Moral Muñoz, J. A. (2023). mHealth Impact on Gait and Dynamic Balance Outcomes in Neurorehabilitation: Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Medical Systems*, 47(1), 1-19.
- Mostafi, S., Zhao, W., Sukreep, S., Elgazzar, K., & Azim, A. (2022). Real-Time Jaywalking Detection and Notification System using Deep Learning and Multi-Object Tracking. *GLOBECOM 2022 - 2022 IEEE Global Communications Conference*, 1(1), 1164-1168.
- Nassif, A. B., Shahin, I., Attili, I., Azzeh, M., & Shaalan, K. (2019). Speech Recognition Using Deep Neural Networks: A Systematic Review. *IEEE Access*, 7(1), 19143-19165.
- O'Mahony, N., Campbell, S., Carvalho, A., Harapanahalli, S., & Hernandez, G. V. (2020). Deep Learning vs. Traditional Computer Vision. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 943(105), 128-144.
- Pavithra, R., & Suresh, K. (2019). Fingerprint Image Identification for Crime Detection. *International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, 1(1), 0797-0800.
- Rao, T. V., Gaddam, A., Kurni, M., & Saritha, K. (2021). Reliance on artificial intelligence, machine learning and deep learning in the era of industry 4.0. *Smart Healthcare System Design: Security and Privacy Aspects*, 1(1), 281-300.
- Rodríguez, A., Rabuñal, J. R., Bermudez, M., & Puertas, J. (2015). Detection of fishes in turbulent waters based on image analysis. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 7931(2), 404-412.

- Sravya, C., Niharika, C. S., Sai, D., & Reddy, D. R. (2021). Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Fingerprint Image Recognition for Crime Detection Research Article Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Research Article. *Computer and Mathematics Education*, 12(12), 2230-2237.
- Sánchez Meca, J., Sánchez, J., & Estrada Lorenzo, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática. *REDINED - Red de Información Educativa*, 38(1666), 53-64.
- Sasaki, H., Horiuchi, T., & Kato, S. (2017). A study on vision-based mobile robot learning by deep Q-network. *56th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE)*, 1(1), 799-804.
- Shubham, M., Verma, V., Akhtar, N., Chaturvedi, S., & Perwej, Y. (2022). An Intelligent Motion Detection Using OpenCV. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 4099(1), 51-63.
- Sriratana, W., Mukma, S., Tammarugwattana, N., & Sirisantisamrid, K. (2018). Application of the OpenCV-Python for Personal Identifier Statement. *2018 International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST)*, 1(1), 1-4.
- Swain, M., Dhariwal, S., & Kumar, G. (2018). A Python (Open CV) Based Automatic Tool for Parasitemia Calculation in Peripheral Blood Smear. *Proceedings - 2nd International Conference on Intelligent Circuits and Systems, ICICS 2018*, 1(1), 445-448.
- Xia, Y., Nie, B., Zhang, Y., Wang, Z., Wang, Z., Liu, S., & Zhang, B. (2020). Design and implementation of tunnel image mosaic system based on open CV. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 11(4), 792-797.
- Yu, L., Sun, W., Wang, H., Wang, Q., & Liu, C. (2018). The Design of Single Moving Object Detection and Recognition System Based on OpenCV. *IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA)*, 1(1), 1163-1168.
- Yudin, D., Sotnikov, A., & Krishtopik, A. (2019). Detection of Big Animals on Images with Road Scenes using Deep Learning. *Proceedings - 2019 International Conference on Artificial Intelligence: Applications and Innovations, IC-AIAI*, 1(1), 100-103.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



## Indexaciones

