

Artículo de revisión

# Áreas de estudio y aplicación de inteligencia artificial en las universidades mejor puntuadas del Ecuador

## Areas of study and application of artificial intelligence in the best-rated universities in Ecuador



Byron Albuja Sánchez  
Jorge Luis Guadalupe Almeida

✉ <https://orcid.org/0000-0002-8050-9602>  
✉ <https://orcid.org/0000-0003-1997-4879>

Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) | Salinas – Ecuador | CP 240206

✉ [bmalbuja@espe.edu.ec](mailto:bmalbuja@espe.edu.ec)

<https://doi.org/10.26423/rctu.v9i2.705>  
Páginas: 58- 74

### Resumen

El objetivo principal de esta revisión fue obtener datos de aplicación de la inteligencia artificial en el Ecuador dentro del sector de la educación superior. Se examinaron los trabajos de integración curricular desarrollados en tres centros de educación superior estatales del Ecuador. Se extrajo de cada trabajo información sobre: campo detallado de conocimiento de la carrera que realizó el trabajo, campo detallado de conocimiento del área de aplicación de la inteligencia artificial, técnica aplicada y software utilizado. Se concluyó lo siguiente: los campos de conocimientos con mayores publicaciones son los relacionadas a la electrónica, mecatrónica y tecnologías de software, el campo de aplicación de la inteligencia artificial es muy variado sin mostrar alguna tendencia específica, las técnicas más utilizadas son *machine learning* y redes neuronales, finalmente el uso de software libre y de pago es balanceado sin que predomine alguno de ellos.

**Palabras clave:** Aprendizaje por computador, revisión, trabajos de integración curricular, universidades estatales.

### Abstract

This review was conducted to obtain data on the application of artificial intelligence in the Ecuadorian higher education system. The curricular integration projects, developed in three state higher education centers in Ecuador, were examined to extract information about the following topics: the detailed field of knowledge of the job that was performed; the detailed field of knowledge of the area of application of artificial intelligence; the applied technique; and the software used. It was concluded that: the fields of knowledge with the greatest publications are those related to electronics, mechatronics, and software technologies; the artificial intelligence field is very wide and does not show any specific trend; the most used techniques are machine learning and neural networks; and finally, the use of free and paid software is balanced without any of them predominating.

**Keywords:** Computer-based learning, review, final graduation project, state higher education centers.

Recepción: 12/09/2022 | Aprobación: 24/10/2022 | Publicación: 23/12/2022

## 1. Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo hace un ser humano [1]. La IA ha marcado un antes y un después en la historia de la informática, en la evolución tecnológica y en la actual pandemia por COVID-19, ha conducido a que las personas desarrollen investigaciones académico – científicas solo con el uso del internet y redes sociales [2].

En los últimos años, las instituciones de educación superior se han visto inmersas en dinámicas de evaluación que cumplen distintos propósitos. Éstas comprenden la rendición de cuentas sobre los recursos financieros recibidos y aplicados; la implantación de fórmulas de mejora y aseguramiento de calidad; la legitimación pública sobre el cumplimiento de fines y funciones; el control gubernamental sobre el desempeño del sistema en su conjunto; entre otras [3].

*Los Times Higher Education World University Rankings* (THE) exponen sistemáticamente los desempeños globales de las universidades, concentrándose fundamentalmente en 13 indicadores de sus resultados, enmarcados en la enseñanza, la investigación, la transferencia de conocimientos y la perspectiva internacional. Del procedimiento utilizado para esta clasificación universal, se deriva el *Latin America University Rankings*, que utiliza los mismos indicadores de desempeño, cuyos resultados posibilitan comparaciones entre estas instituciones [4].

Con estos antecedentes, el objetivo de la investigación fue analizar las áreas de estudio y aplicación de IA en las universidades mejor puntuadas del Ecuador, según el THE, mediante los trabajos de integración curricular. Algunos de los trabajos revisados no especifican cuál de los métodos de IA se utilizaron por lo que la técnica utilizada para la implementación de la IA se consideró de forma general como *machine learning*.

En la revisión bibliográfica realizada no se encontraron estudios similares al propuesto a nivel nacional; sin embargo, se puede destacar el trabajo realizado por Giraldo y Viña (2017) donde se aborda la responsabilidad moral y ética que tienen quienes se encuentran inmersos dentro del desarrollo e implementación de la IA en todos los aspectos de la vida humana [5].

La Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) es un marco de referencia para recopilar, compilar y analizar estadísticas comparables a nivel internacional en el ámbito de la educación. Esta referencia permite ordenar los programas educativos y sus respectivas certificaciones por niveles de educación y campos de educación, que son clasificados en: campo amplio, campo específico y campo detallado [6].

En las Instituciones de Educación Superior (IES),

la investigación principalmente se realiza en función de los trabajos de integración curricular: “Cada IES diseñará la unidad de integración curricular, estableciendo su estructura, contenidos y parámetros para el correspondiente desarrollo y evaluación. Su aprobación se realizará a través de las siguientes opciones: a) Desarrollo de un trabajo de integración curricular (tesis, tesina, otros); o, b) La aprobación de un examen de carácter complejo” [7, pág. 18].

## 2. Materiales y Metodos

Se realizó un análisis bibliográfico de los trabajos de integración curricular relacionados con la IA desarrollados en tres centros de educación superior estatales de la República del Ecuador. Estas instituciones fueron seleccionadas con base a la calificación obtenida en THE, en su sección “*Latin America University Rankings 2022*”, donde numeran las universidades más sobresalientes de América Latina y el Caribe para el año 2022.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), la Escuela Politécnica Nacional (EPN) y la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) ocupan las posiciones 72, 101 – 125 y 126 – 150, respectivamente a nivel regional, motivo por el que fueron seleccionadas para este estudio.

La información fue tomada de los repositorios digitales, mismos que ofrecen acceso abierto a textos completos de la producción científica de los miembros de sus comunidades educativas. Los trabajos de integración curricular examinados ascendían a un total de 112 pertenecientes a pregrado y postgrado, de todas las facultades que conforman los centros de estudio, durante el periodo marzo 2021 – marzo 2022.

De todos los resultados de los repositorios, solo fueron considerados para el estudio aquellos que aplicaron o desarrollaron técnicas de inteligencia artificial, descartando los trabajos que solo realizaban una revisión del estado del arte.

La información extraída de cada trabajo de integración curricular fue: año de publicación, campo amplio de conocimiento, campo específico de conocimiento, campo detallado de conocimiento del ejecutor del trabajo, campo detallado de conocimiento al que se aplicó el trabajo, técnica de IA aplicada y software utilizado para el desarrollo-implementación de la IA.

## 3. Resultados

En este artículo se tomaron en cuenta un conjunto de trabajos publicados en el período comprendido entre marzo 2021 y marzo 2022, que muestran trabajos de integración curricular relacionados a la IA y su aplicación tecnológica en los tiempos actuales, donde

el confinamiento resulta necesario y el uso de las redes de información es cada vez más amplio.

### 3.1. Área de conocimiento

La revisión actual, ha utilizado la jerarquía de tres niveles de campos amplios (el nivel más alto), campos específicos (el segundo nivel) y los campos detallados (el tercer nivel) en la educación, mismos que son aplicados a las IES de la República del Ecuador y se han tomado como método de clasificación para el presente trabajo.

### 3.2. Campo de aplicación de los trabajos de integración curricular

Se revisaron el resumen, introducción y conclusiones de los trabajos de integración curricular de las IES seleccionadas para determinar el campo amplio, específico y detallado del área de ejecución de la IA

El campo detallado es en el que se cursa la mayor parte (más del 50 %) o la parte claramente predominante de los créditos de aprendizaje o del tiempo de aprendizaje previsto para los alumnos [6]. Adicionalmente, se enlazó cada trabajo con un campo de aplicación detallado, según la CINE – UNESCO 2013.

### 3.3. Técnica de IA aplicada

La decisión de la técnica de IA a aplicar es dependiente del tipo de aplicación (problema a resolver) y de los recursos disponibles. Sin embargo, es de interés el conocer las técnicas de IA que están siendo aplicadas con mayor fuerza en los distintos campos de conocimiento.

### 3.4. Software utilizado para aplicar la IA

Las herramientas disponibles para desarrollo y/o aplicación de técnicas de IA en el mercado son muy variadas y por este motivo se busca determinar cuáles son las alternativas más utilizadas en el país, haciendo énfasis en si son de uso gratuito o de pago.

## 4. Discusión

### 4.1. Año de publicación

En la Tabla 1 se resume la cantidad de trabajos de integración curricular publicados en los repositorios digitales de las IES relacionadas con el campo de la IA que fueron considerados en el estudio.

El mayor número de trabajos publicados está concentrado en forma casi equitativa entre la EPN y la ESPE; la ESPOL presenta un número bastante reducido de publicaciones enfocadas en el campo de la IA.

**Tabla 1:** Trabajos de integración curricular publicados en el periodo marzo 2021 a marzo 2022.

	2021	2022	Subtotal	Porcentaje
EPN	37	18	55	49,11 %
ESPE	32	19	51	45,54 %
ESPOL	5	1	6	5,35 %
Totales	74	38	112	100,00 %

### 4.2. Área de conocimiento

La Tabla 2 recopila la participación de cada campo amplio de conocimiento en la publicación de trabajos relacionados con la IA.

**Tabla 2:** Porcentaje de trabajos publicados por campo amplio de conocimiento.

Campo Amplio	Porcentaje
Administración, negocios y legislación	1,78 %
Información y comunicación (TIC)	33,04 %
Ingeniería, industria y construcción	58,04 %
Ciencias físicas, ciencias naturales, matemáticas y estadística	6,25 %
Salud y Bienestar	0,89 %
Total	100,00 %

### 4.3. Campo de aplicación de los trabajos de integración curricular

Se relacionó el campo detallado de conocimiento del área ejecutora del trabajo con el campo detallado de conocimiento del área en la cual se aplicó la IA; con el propósito de obtener datos de los campos donde se está aplicando la IA.

A partir de la Tabla 3 hasta la Tabla 10 el porcentaje por área de desarrollo representa la contribución de cada campo detallado donde se desarrolló el estudio y el porcentaje por área de aplicación muestra cómo son aplicados los trabajos a los distintos campos detallados.

La Tabla 3 resume la aportación del campo de la gestión y administración.

**Tabla 3:** Tipo de cintas de motor.

Desarrollo: campo detallado	Aplicación: campo detallado	% Por Área de aplicación	% Por Área de desarrollo
Gestión y administración	Ciencias de la educación	0,89 %	1,78 %
	Finanzas, banca y servicios	0,89 %	

Ajilla y Cadena (2021) analizaron las nuevas capacidades y habilidades que deben poseer los jóvenes profesionales para conseguir un empleo en la ciudad de Quito – Ecuador. Sus resultados muestran que tanto empresas públicas como privadas consideran importantes, entre otras, la capacidad tecnológica y comercial mediante aplicación de redes sociales y el entendimiento de sus algoritmos basados en IA [8].

En el contexto latinoamericano Ocaña *et al.* (2019)

evidenciaron un problema similar en Perú. La introducción de IA en la formación profesional de las personas ha sido muy lenta en la región debido principalmente a la falta de fondos y estudios locales que muestren el potencial de estas tecnologías para el desarrollo de la sociedad [9].

La Tabla 4 resume la aportación del campo de bases de datos, diseño y administración de redes.

**Tabla 4:** Porcentaje de trabajos publicados en el campo de bases de datos, diseño y administración de redes.

Desarrollo: campo detallado	Aplicación: campo detallado	% Por Área de aplicación	% Por Área de desarrollo
	Arquitectura y urbanismo	0,89 %	
	Base de datos, diseño y administración de redes	0,89 %	
	Construcción e ingeniería civil	0,89 %	
Base de datos, diseño y administración de redes	Electrónica y automatización	0,89 %	7,12 %
	Finanzas, banca y servicios	0,89 %	
	Gestión y administración	0,89 %	
	Protección de las personas y propiedad	0,89 %	
	Sociología y estudios culturales	0,89 %	

En la arquitectura se destaca el trabajo de Tarapues (2021) que usó un modelo de clasificación de fotografías de fachadas de edificios luego de un sismo y evaluó el nivel de afectación luego del evento, aplicando técnicas de *machine learning* y *deep learning* [10]. Montero y Sardi (2017) mediante el levantamiento de información visual, geográfica, topográfica y arqueológica estudiaron las transformaciones urbano-morfológicas en varias edificaciones patrimoniales de la ciudad de Cuenca. Concluyeron que ciertos algoritmos funcionan con error menor al 10%, cuando las imágenes contemporáneas e históricas son nítidas y existen características muy distintivas [11].

Ferri (2021) creó un modelo de reconocimiento de gestos de la mano, basado en redes neuronales convolucionales. La entrada del modelo son espectrogramas creados mediante señales electromiografías del antebrazo. Las pruebas experimentales fueron aplicadas a 612 usuarios obteniendo resultados de reconocimiento gesticular de  $90,49\% \pm 9,70\%$  [12]. Las redes neuronales convolucionales usadas en combinación con otras técnicas ayudan establecer parámetros aplicados en el reconocimiento facial como se describe en Espinel (2020) quien concluyó que, dependiendo de las bases de datos y combinaciones acertadas entre técnicas, el error en distinguir rostros varía entre 19% y 55% [13].

Zaldumbide (2021) analizó el micro-trading a intervalos cortos de tiempo, tratando de predecir cuando el precio de la criptomoneda Ethereum comienza a subir y alcanza un porcentaje de ganancia mínima predefinida con la aplicación de *support vector machine*. Los resultados fueron comparados con trabajos relacionadas a las finanzas, banca y servicio [14]. Otros trabajos han enfocado la IA a pequeñas empresas, prediciendo el comportamiento del cliente en el mercado. Con bases de datos: *Social Network Advertising Sells, Organic Purchased Indicator, and Online Shoppers Purchasing Intention* más la técnica *support vector machine*, se pudo predecir con exactitud del 93% al 99% cual sería la siguiente compra del cliente, tal como muestra Vaca (2020) [15].

El triunfo de los ganadores de las elecciones seccionales en la República del Ecuador 2021, no dependió de los planes de trabajo del candidato, sino, de los rasgos multiculturales y en las emociones que este provocaba en el electorado. Simbaña (2021) mostró un estudio comparativo a partir de las diferencias entre análisis y analítica de datos, cómo se pudo predecir el candidato ganador de las elecciones 2021 mediante el análisis de sentimientos de las personas expresadas en tweets [16].

La Tabla 5 resume la aportación del campo de software y desarrollo, y análisis de aplicativos.

**Tabla 5:** Porcentaje de trabajos publicados en el campo de software y desarrollo, y análisis de aplicativos.

Desarrollo: campo detallado	Aplicación: campo detallado	% Por Área de aplicación	% Por Área de desarrollo
Software y desarrollo y análisis de aplicativos	Arquitectura y urbanismo	1,79 %	25,92 %
	Asistencia y asesoramiento social	0,89 %	
	Ciencias de la educación	2,69 %	
	Ciencias de la Tierra	0,89 %	
	Electrónica y automatización	0,89 %	
	Estadística	0,89 %	
	Finanzas, banca y servicios	4,47 %	
	Gestión y administración	1,79 %	
	Medicina	0,89 %	
	Medio ambiente y vida silvestre	1,79 %	
	Militares y Defensa	0,89 %	
	Protección de las personas y propiedad	2,69 %	
	Saneamiento de la comunidad	0,89 %	
	Servicio al cliente	0,89 %	
	Tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico	2,69 %	
	Terapia y rehabilitación	0,89 %	

En el campo de la asistencia y asesoramiento social Taco (2022) utilizó la visión artificial para reconocer señas gestuales utilizadas en el *American Sign Language*, para manipular dispositivos terminales inteligentes por medio de Amazon Alexa Smart Home Skill. Como resultado de esta investigación, se clasificaron las señales con una red neuronal recurrente, que brindaba más exactitud al comparar y reconocer las señales usadas para el control de un “*Smart Home*” [17]. Rueda (2017) realizó algo similar, pero con objetivos más ambiciosos, al usar la IA para reconocer el lenguaje de señas, formar las palabras y finalmente reproducirlas en forma de audio. Los autores buscaban facilitar las relaciones interpersonales de personas sordas especialmente en su vida laboral. Los resultados fueron positivos al lograrse un 82 % de aceptación en los integrantes de la Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador [18].

Ulloa (2021) abordó la problemática de la asistencia y asesoramiento social, mediante el desarrollo de un aplicativo móvil para dispositivos con sistema operativo Android que permita que personas no videntes puedan identificar el valor de los billetes estadounidenses utilizando la cámara de sus dispositivos y un sistema de reconocimiento de imágenes utilizando la inteligencia artificial [19]. Galeana y Brayo (2021) desarrollaron una aplicación similar en México con el objetivo de facilitar el reconocimiento de papel moneda a personas no videntes usaron visión artificial y redes neuronales para clasificar euros y pesos mexicanos usando

características distintivas de cada papel moneda. En la región se observan problemáticas similares que son abordadas con metodologías parecidas [20].

Tomando en cuenta el gran éxito que las redes generativas antagónicas (GAN) han tenido en la generación de imágenes Ramos (2021) presentó un modelo GAN para generar la magnitud de la respuesta en frecuencia de eventos volcánicos. Los experimentos demostraron que este modelo GAN aprende a generar los componentes de frecuencia que caracterizan los eventos *Long-Period* y *Volcano-Tectonic* del volcán Cotopaxi. Se evaluó el rendimiento de la GAN durante la etapa de entrenamiento usando Frechet Distance y luego se reconstruyen las señales en el dominio del tiempo para ser finalmente evaluadas con *Frechet Inception Distance*. Esta métrica proporcionó una referencia final de calidad del proceso de generación que expertos corroboraron la calidad de datos obtenidos y analizados mediante una inspección visual [21].

El trabajo realizado en Perú por Espinoza *et al.* (2020) amplió la cantidad de eventos volcánicos a identificar a 5 en total. La base de datos requerida para la aplicación de técnicas de *deep learning* fue considerable, pero mostró una eficiencia del 90,5 % en la clasificación de eventos. Este estudio dio un paso más allá al implementarlo en los sistemas de monitoreo en tiempo real de los volcanes de la zona. Se puede destacar que, en países vecinos, la IA en el campo de las ciencias de la tierra ya está en uso, lo cual es una gran motivación para seguir usando la IA para mejorar los sistemas de monitoreo en nuestro territorio [22].

Muñoz (2021) realizó reconocimiento facial automatizado por medio de técnicas de aprendizaje profundo. Para detectar y alinear el rostro usó algoritmos de aprendizaje profundo y un modelo desarrollado por el marco de trabajo MXNET, denominado *RetinaFace*, controlando la identificación por medio de reconocimiento facial. Una vez detectado el rostro, se obtiene las coincidencias más cercanas y el sistema registra ingreso/salida de personal. El trabajo concluye que es necesario tomar varias fotos por usuario para la detección en tiempo real, siendo esta una característica fundamental ya que no se necesita un set grande de fotos [23].

Albuja (2022) buscó cumplir con dos metas: primero, establecer un mecanismo que permita identificar anomalías físico-médicas, de rendimiento y valoración financiera de los futbolistas profesionales y en segundo lugar, desarrollar un modelo que permita explicar estos comportamientos mediante minería de opiniones del deportista en la red social Twitter. Para implementar estas tareas se usó la metodología CRISP-DM, procesos de extracción de información y ejecución de librerías de *Python*. Al final del trabajo se relacionaron opiniones y pronosticaron si dado jugador es riesgoso dentro del equipo de fútbol [24].

En Colombia, Callejas y Vélez (2019) ampliaron el análisis de las redes sociales para poder predecir el resultado de la primera ronda de elecciones presidenciales del 2018 utilizando técnicas de IA que tomaban datos de Twitter y Facebook. El resultado de la IA mostró un error cuadrático medio menor que el de las firmas encuestadoras tradicionales en la predicción del ganador de la ronda [25].

Las grandes urbes, presentan problemas de todo tipo, uno de ellos relacionados al medio ambiente y vida silvestre. Tomando como laboratorio a la ciudad de Guayaquil-Ecuador Jurado (2021) estimó la cantidad de espacios verdes por cada habitante. Este tipo de revestimientos arbóreos fueron hallados mediante la toma de ortofotografías de Guayaquil urbano y desde la visión por computadora, se empleó redes neuronales convolucionales para así poder discriminar la cobertura arbórea del resto de elementos presentados en las imágenes aplicando como herramienta de programación a *Python* [26]. Un estudio de similares características se realizó en Perú por Peña (2021), quien alimentó con imágenes satelitales de la ciudad de Huancayo un algoritmo de visión artificial con el propósito de identificar la distribución de las edificaciones en el territorio con el fin de usar estos mapas en planes de desarrollo urbano [27].

La protección a la propiedad y a las personas se pueden encauzar desde varios frentes, como por ejemplo accidentes de tránsito o localización de personas en diferentes ambientes. Estas investigaciones fueron realizadas en [28, 29], respectivamente.

Moreno (2021) enfocó la IA al campo de la protección de la propiedad y las personas. En su trabajo creó y comparó 100 modelos de clasificación como kNN, regresión logística y SVM. Creó un conjunto de datos a partir de videos el cual sirvió para calcular las velocidades estimadas mediante algoritmos de detección y seguimiento. Estas velocidades sirvieron para el entrenamiento y evaluación de los modelos, obteniendo un modelo con exactitud del 95 % [28]. En el mismo campo Ojeda y Avilés (2022) usaron la IA para la localización de personas. Propusieron detectar la ubicación de una persona que no porta dispositivos electrónicos aprovechando las características de la propagación de señales de radiofrecuencia de altas frecuencias y el aprendizaje automático. El bloqueo parcial o total a la emisión RF producido por la presencia de la persona genera una variación de la potencia de recepción que permite estimar su ubicación geográfica. Usaron aprendizaje automático supervisado con el objetivo de alcanzar la mejor resolución posible. En esta parte, el algoritmo estimó la posición de la persona llegando a tener un error en la localización de 20 % [29].

Ortuño (2022) presentó la aplicación del algoritmo de inteligencia artificial explicada – SHAP, como método explicativo para la evaluación de la salud fetal. Usó 13 atributos de las cardiocografías del repositorio UCI *Machine Learning*, área de obstetricia para determinar la sospecha de patologías en los fetos. Una de las conclusiones fue que la confianza médica en el área de obstetricia puede aumentar mediante la aplicación de SHAP al apoyar con datos estadísticos el diagnóstico de posibles patologías [30]. Arroyo *et al.* (2022) aplicaron la IA al campo de las tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico en Perú concentrándose en la salud fetal. La IA determinaba la posición del feto y la ubicación de la placenta con imágenes de ultrasonidos, logrando tasas de eficiencia del 100 % y 76,7 % respectivamente. Esperando de esta forma que los resultados de la IA permitan que esta se implemente en un futuro para facilitar la atención médica a la población rural del territorio [31].

La Tabla 6 resume la aportación de los campos de: electricidad y energía, y minería y extracción.

**Tabla 6:** Porcentaje de trabajos publicados en los campos de: electricidad y energía, y minería y extracción.

Desarrollo: campo detallado	Aplicación: campo detallado	% Por Área de aplicación	% Por Área de desarrollo
Electricidad y energía	Electrónica y automatización	0,89 %	7,15 %
	Electricidad y energía	6,26 %	
Minería y extracción	Minería y extracción	0,89 %	0,89 %

Ubillús y Pacheco (2021) se enfocaron a la minería y extracción. Se tomaron de distintos informes de perforación 28 parámetros para utilizarse en *machine learning* con el fin de anticipar la ocurrencia de problemas durante la perforación de pozos como: broca embolada, atascamiento de tubería, taponamiento del *flowline* y pérdida de circulación. El algoritmo presentó una confusión de eventos hasta en un 50 % de los casos, pero aun así pudo anticipar la ocurrencia de problemas en un 82 % de los casos de prueba [32].

Un trabajo similar en el mismo campo de aplicación se ha realizado en Colombia donde Ruiz et al. (2019) alimentaron datos de flujo másico de la extracción de un pozo a una red neuronal para predecir la producción de agua, petróleo y gas de un campo petrolero. Los errores en la estimación no superaron el 5 % por lo que muestra un gran potencial de uso de la IA en este campo [33].

La Tabla 7 resume la aportación del campo de electrónica y automatización.

**Tabla 7:** Porcentaje de trabajos publicados en el campo de la electrónica y automatización.

Desarrollo: campo detallado	Aplicación: campo detallado	% Por Área de aplicación	% Por Área de desarrollo
Electrónica y automatización	Ciencias de la educación	9,82 %	
	Electricidad y energía	0,89 %	
	Electrónica y automatización	7,15 %	
	Energía solar	0,89 %	
	Materiales (vidrio, papel, plástico y madera)	1,79 %	
	Militares y defensa	0,89 %	
	Procesamiento de alimentos	0,89 %	35,73 %
	Producción agrícola y ganadera	1,79 %	
	Protección de las personas y la propiedad	4,47 %	
	Salud y seguridad ocupacional	0,89 %	
	Seguridad ciudadana	1,79 %	
	Tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico	3,58 %	
	Terapia y rehabilitación	0,89 %	

Chiza (2022) aplicó las redes neuronales para mediante visión artificial detectar el uso de mascarilla de las personas que ingresen a una localidad. Se logró una tasa de eficiencia del 99.03 % pero a cambio de una gran cantidad de épocas de entrenamiento para el algoritmo [34].

diagnóstico de patología de rodilla utilizando las señales de electromiografía superficial, alcanzando una tasa de aciertos del 96,7% con los datos de prueba. La limitante de la técnica es que los datos de electromiografía deben provenir de los mismos músculos de los datos que se usaron para el aprendizaje de la IA [36].

Durante la pandemia de Covid 19 las necesidades sanitarias fueron comunes en Sudamérica por lo que se pueden encontrar estudios con enfoques similares en países vecinos. En Brasil, Pereira et al. (2021) también recurrieron a la IA para la detección del uso de mascarilla en espacio públicos. La herramienta desarrollada tuvo una precisión del 63 % debido a que se buscaba como prioridad la baja necesidad de recursos computacionales para la ejecución del algoritmo [35].

En el vecino país de Colombia Herrera et al. (2021) usaron IA (redes neuronales) en el campo del diagnóstico médico tomando como entradas las señales de electromiografía superficial de rodilla con el fin de ayudar a los profesionales de la salud en el diagnóstico de patologías. Se logró una precisión de hasta 86 % en la clasificación de la patología detectada [37].

La Tabla 8 resume la aportación del campo de mecánica y metalurgia.

Meza (2021) aplicó el *machine learning* para el

**Tabla 8:** Porcentaje de trabajos publicados en el campo de mecánica y metalurgia.

Desarrollo: campo detallado	Aplicación: campo detallado	% Por Área de aplicación	% Por Área de desarrollo
Mecánica y metalurgia	Ciencias de la educación	6,25 %	
	Deportes	0,89 %	
	Electrónica y automatización	1,79 %	
	Física	0,89 %	
	Materiales (vidrio, papel, plástico y madera)	0,89 %	14,27 %
	Medio ambiente y vida silvestre	0,89 %	
	Militares y Defensa	0,89 %	
	Terapia y rehabilitación	4,47 %	
	Textiles (ropa, calzado y cuero)	0,89 %	

En cuanto aplicaciones a la física Quizhpe y Yánez (2021) utilizaron visión artificial para mantener centrado en una imagen digital el cuerpo celeste deseado con el objetivo de que la luz proveniente de este incida en mayor medida sobre el telescopio y, por lo tanto, obtener más información espectral del mismo. El principal dato de entrada al algoritmo fue la imagen de una cámara para dar seguimiento al cuerpo celeste deseado. Las medidas de desempeño del sistema se planean como un trabajo futuro tras comparar el sistema diseñado con otros métodos de obtención de información espectral [38].

Llamatumbi y Solís (2021) entrenaron redes neuronales para predecir la temperatura de pirólisis en un gasificador de tipo downdraft utilizando como parámetros de entrada la cantidad de biomasa, la humedad de la biomasa y el porcentaje de apertura de la válvula de aire de combustión. La predicción de la temperatura de pirólisis tiene error de 4,6 °C, lo cual es muy bueno considerando que el uso de IA para la estimación de la temperatura reemplaza a los costosos experimentos necesarios para determinar coeficientes y parámetros termodinámicos y cinéticos requeridos para modelar el sistema; eso sí, es necesario el reentrenamiento periódico de IA para mantener su buen desempeño [39].

Jiménez y Villalva (2022) entrenaron una red neuronal a ser aplicada en visión artificial para la detección de las piezas del fusil HK-33E, esta detección se usó para generar una herramienta pedagógica para la instrucción del montaje y desmontaje del arma. La IA logró una confiabilidad de hasta el 94 % en la identificación de los distintos componentes del fusil, para ello tuvo que ser entrenada con una gran cantidad de imágenes de los componentes en distintos ángulos y niveles de iluminación. La especialización del entrenamiento en piezas separadas tuvo como

desventaja la imposibilidad del algoritmo de detectar correctamente los componentes si estos se agrupaban de formas no vistas en el entrenamiento [40].

Avilés y Gaibor (2021) aplicaron la IA al campo de la terapia y rehabilitación para lograr el manejo de una prótesis de mano robótica. La técnica utilizada fue machine learning y utilizaba las señales electromiográficas de los músculos para decidir si la prótesis debe abrir los dedos, cerrarlos o girar la muñeca. Se logró un clasificar de manera correcta el 78.67 % de las veces la acción deseada de la prótesis con un tiempo de respuesta bastante bajo (0.09 segundos). Cabe recalcar que la relativa baja tasa de clasificación correcta de las acciones se consideró adecuada al tratarse de un prototipo que buscaba disminuir los costos de fabricación de este tipo de prótesis [41].

Para el campo de los textiles Toapanta y Torres (2022) utilizaron técnicas de visión artificial en un proceso de manufactura de plantas de calzado para realizar control de calidad a las plantas producidas. Se buscaban imperfecciones producidas por fallos durante el proceso de producción tales como variación de la tonalidad de la planta debido a variaciones de temperatura y plantas con contornos incompletos causados por variaciones en el tiempo de inyección del material durante su moldeado. Los altos índices de tolerancia del proceso dieron como resultado una eficiencia cercana al 100 % para el sistema de IA implementado. Se concluyó que la IA es una excelente herramienta de soporte en tareas simples de verificación que permiten el ahorro de recursos en los procesos de producción [42].

La Tabla 9 resume la aportación de los campos de: biología, ciencias de la tierra, física y matemáticas.



**Tabla 9:** Porcentaje de trabajos publicados en los campos de: biología, ciencias de la tierra, física y matemáticas.

Desarrollo: campo detallado	Aplicación: detallado	campo	% Por Área de aplicación	% Por Área de desarrollo
Biología	Farmacia		0,89 %	0,89 %
Ciencias de la tierra	Ciencias de la tierra		1,79 %	1,79 %
Física	Tecnologías diagnóstico y tratamiento médico	de y	0,89 %	0,89 %
Matemáticas	Finanzas, banca y servicios	y	1,79 %	0,89 %
	matemáticas		0,89 %	

Paredes (2021) usó la IA en el campo de la farmacia con una gran tasa de éxito. Se utilizó *machine learning*, tomando como datos de entrada secuenciaciones de nueva generación (secuencias de segmentos de ADN) de la bacteria *K. pneumoniae* con el objetivo de determinar la presencia de sus variantes resistentes a los antibióticos imipenem y meropenem. La tasa de certeza de las predicciones de la IA alcanzaba en promedio un 78,57% logrando así aislar a los pacientes peligrosos con éxito. Su principal limitante es la necesidad entrenarla continuamente con nuevos datos de segmentos de ADN debido a la gran tasa de mutación que las bacterias presentan [43].

En otras latitudes se aplican las redes neuronales artificiales a la producción de formulaciones farmacéuticas. Ladín (2022) estudió la solubilidad de la rifampicina dentro de un proceso de desarrollo y optimización de cápsulas duras para la vía oral. La composición y solubilidad de rifampicina, fueron las variables usadas para seleccionar las combinaciones más adecuadas en función de requerimientos específicos, es decir la optimización de las formulaciones [44].

Arguello y Garcés (2021) se enfocaron en el campo de ciencias de la tierra buscando generar la cartografía de una zona en base a fotografías aéreas. Los elementos que la técnica de *deep learning* extraía de las imágenes con escala de 1:5000 fueron: vías, ríos, edificios, manzanas y parterre. Los resultados fueron satisfactorios, aunque no óptimos ya que la IA aún no logra un 100% de eficiencia en la identificación de objetos por lo que se requería de una persona para revisar los resultados de cartografía generados por la IA. Sin embargo, probó ser una herramienta útil capaz de ahorrar varias horas de trabajo al generar automáticamente la cartografía de una zona en base a fotos aéreas. Se propone seguir ampliando el uso de la IA en la cartografía específicamente ampliando la cantidad de objetos que reconoce como por ejemplo cobertura vegetal, canaletas y edificios [45].

La caracterización demográfica mediante Sistemas de Información Geográfica que combinan técnicas como

redes neuronales y el *machine learning*, se han aplicado en la construcción de modelos explicativos de perfiles demográficos y sociales, a partir de imágenes de la dimensión residencial de localidades, para este caso: Andalucía. Tal es el caso de Abarca et al. (2017) donde el principal hallazgo fue que se pueden predecir de forma eficaz la distribución de la población usando IA [46].

Ichina (2021) desarrolló una aplicación de la IA en el campo de las tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico. Se usaron datos de resonancias magnéticas para entrenar redes neuronales de tipo perceptrón multicapa con el objetivo de diferenciar las zonas del hígado con tejido graso de las zonas de constitución normal. La técnica de IA logró un porcentaje de precisión de hasta 60%, por lo que no está al nivel de un especialista humano. Entre los inconvenientes encontrados se tuvo: que la ejecución del algoritmo llevaba un tiempo elevado y que el análisis de las imágenes mejoraba al aumentar el número de características extraídas de las mismas lo cual también aumentaba la complejidad de la red neuronal y el coste computacional [47].

En la medicina animal, se han usado técnicas de IA para diagnosticar enfermedades en la ganadería, cuando se tienen datos almacenados sobre el comportamiento de las enfermedades que con frecuencia afectan la masa ganadera.

González et al. (2018) mostraron que las redes bayesianas constituyen la técnica de IA que mayores posibilidades tiene para el diagnóstico de enfermedades, debido a la capacidad de modelar los procesos del razonamiento médico combinando el conocimiento de los expertos con los datos médicos que ellos aportan y los datos clínicos existentes [48].

En el campo de las finanzas, banca y servicios, Guerra y Gutiérrez (2021) argumentaron la utilización de redes neuronales para predecir los precios de cierre de acciones en bolsa durante un día. Los datos de entrada a la red neuronal fueron: los precios de apertura, el precio máximo, el precio mínimo y el precio de cierre de las acciones. Concluyeron que, las predicciones de la red neuronal entrenada eran lo suficientemente certeras como para lograr una pequeña ganancia en las transacciones de compra y venta de acciones; es decir, permitían lograr un valor de retorno positivo al aplicar sus predicciones. Los puntos débiles de la técnica son el alto coste computacional de la misma debido al alto tiempo de entrenamiento de la red neuronal, la necesidad de entrenarla continuamente con datos actualizados y el alto requerimiento de memoria RAM para que esta opere con bajos tiempos de respuesta [49].

En el campo de las matemáticas Llumiquinga (2022) comparó la sensibilidad de varios algoritmos de IA utilizados en la clasificación de datos de alto

número de dimensiones, se descartaron los algoritmos de clasificación supervisada. Los resultados de sensibilidad resultaron ser variables en función del tipo de datos analizados; sin embargo, se puede resaltar que los dos algoritmos con mejores resultados fueron support vector machines y random forest. Los algoritmos mencionados presentan un menor porcentaje de errores aun cuando la distancia de los datos a la frontera de decisión es pequeña [50].

La Tabla 10 resume la aportación del campo de las tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico.

**Tabla 10:** Porcentaje de trabajos publicados en el campo de las tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico.

Desarrollo: campo detallado	Aplicación: campo detallado	% Por Área de aplicación	% Por Área de desarrollo
Tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico	Tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico	0,89 %	0,89 %

Ortuño (2022) usó un algoritmo de Inteligencia Artificial Explicada como un apoyo al área de ginecología y obstetricia en la determinación de posibles patologías cardiacas en fetos. El objetivo fue ayudar a disminuir el nivel de incertidumbre al momento de elaborar un diagnóstico médico de fetos. El algoritmo consideraba como datos de entrada un conjunto de 22 parámetros distintos tales como: latidos por minuto, número de ascensos de la frecuencia cardíaca fetal, movimientos del feto por segundo, número de desaceleraciones ligeras por segundo, etcétera. El algoritmo mostraba a su salida un gráfico resumen de cada uno de los parámetros indicando si estos se consideraban normales o sospechosos, además de su estimación del diagnóstico en forma de texto con las opciones de normal, sospechoso y patológico. El nivel de utilidad de la IA en el diagnóstico se evaluó con un médico especialista en el área de obstetricia quién indicó que le parecía muy útil la explicación gráfica de los motivos por los que el algoritmo daba su diagnóstico e indicó que le parece una herramienta útil para el apoyo en la entrega de diagnósticos. El nivel de precisión del algoritmo con los conjuntos de datos de prueba fue muy variable, llegando a obtener un máximo de 95,68 % de aciertos en su diagnóstico, pero en otros hasta un 20,24 % de fallos en su estimación del diagnóstico. Por este motivo se concluye que la IA no reemplaza al profesional de la salud, sino que es solo una herramienta que ayuda a realizar diagnósticos [51].

Diferentes instituciones de educación superior han orientado estudios hacia el reconocimiento de tumores y patologías cerebrales mediante inteligencia artificial. Cubero y Valle (2022) identificaron tumores cerebrales mediante la comparación entre imágenes del paciente con las generadas previamente por

tomógrafos (imágenes con masas densas). Se utilizó el algoritmo de redes neuronales convolucionales con la arquitectura DenseNet, exponiendo dicho modelo a una serie de imágenes de cerebros con y sin patología de tumores cerebrales. Gracias a la matriz de confusión se logró obtener una precisión en el modelo del 95.87 % la detección de tumores [52].

En la Tabla 11 se resumen el porcentaje de aplicación de las distintas técnicas de IA utilizadas en los trabajos realizados.

**Tabla 11:** Porcentaje de uso de las distintas técnicas de inteligencia artificial.

Técnica	EPN	ESPE	ESPOL	Porcentaje
Cajas Negras	1			0,89%
Deep learning	1	3		3,57%
Inteligencia Artificial Explicada (IAX)	2			1,79%
KNN	2			1,79%
Machine learning	18	5	2	22,32%
Procesamiento de lenguaje natural	0	1		0,89%
Redes neuronales	18	4	1	20,54%
Redes neuronales antagónicas (GAN)	2			0,89%
Redes neuronales convolucionales		4	1	4,46%
Redes neuronales profundas	0	1		0,89%
Support Vector Machine	2	1		2,68%
Visión artificial	10	26	2	33,93%
Visión artificial, redes neuronales		6		5,36%
Totales	55	51	6	100,0%

La Tabla 12 recopila los softwares utilizados en los trabajos realizados. Se contabilizó un total de 25 softwares distintos para la aplicación de la IA en los distintos campos. El uso del software libre Phytón y sus distintas librerías para IA fueron utilizadas en un 56,26 % de los trabajos revisados convirtiéndose así en el software más ampliamente utilizado.

**Tabla 12:** Porcentaje de uso de las distintas técnicas de inteligencia artificial.

Software	EPN	ESPE	ESPOL	Porcentaje	Uso
Android SDK	1			0,89%	L
Google Teachable Machine		1		0,89%	L
IBM SPSS Neural Networks	2			1,79%	P
ImageJ (Java)		1		0,89%	L
Knime		1		0,89%	P
Kotlin (Java)	1			0,89%	L
LabView		2		1,79%	P
MatLab	16	7	1	21,44%	P
Microsoft Azure	1	2		2,68%	P
Python	8	9	2	16,97%	L
Python (Google Colab)	1			0,89%	L
Python (Keras)	2	1		2,68%	L
Python (OpenCV)	5	20	1	23,23%	L
Python (Scikit-Learn)	4	1		4,46%	L
Python (SHAP)	1			0,89%	L
Python (TensorFlow)	3	2	2	6,25%	L
Python (TextBlob)	1			0,89%	L
Pytorch	1	4		4,46%	L
R8 Digital Operator	1			0,89%	P
RapidMiner	1			0,89%	P
ROS (Robot Operating System)	2			1,79%	L
RStudio	1			0,89%	P
Tableau AI	1			0,89%	P
Visual Basic	1			0,89%	P
Vue Js	1			0,89%	P
Total	55	51	6	100,00%	

Nota: P= Software de pago. L= Software libre.

La Tabla 13 compila el porcentaje de uso de software libre y software de pago en la aplicación de técnicas de IA. No existe una diferencia notable entre ambos; sin embargo, el software libre es el más utilizado en los trabajos revisados.

**Tabla 13:** Porcentaje de trabajos publicados en el campo de las tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico.

Software	Total	Porcentaje
Libre	14	56 %
Pago	11	44 %
Total	25	100,00 %

En los trabajos revisados para el estudio se puso especial interés en identificar si la técnica de IA utilizada fue desarrollada por los autores (modificación de algoritmos existentes) o si solo se limitaron a utilizar las herramientas de software. La Tabla 14 recopila esta

información, es claro que son pocos los trabajos en los que se buscó innovar en la IA, en la mayoría solo se utilizaron las herramientas proporcionadas por los softwares utilizados.

**Tabla 14:** Porcentaje de trabajos publicados en el campo de las tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico.

	EPN	ESPE	ESPOL	Porcentaje
Aplicación	11	51	6	60,71 %
Desarrollo	44	0	0	39,29 %

## 5. Conclusiones

La gran mayoría de los trabajos se concentran en el área de ingeniería debido a que la IA es parte del pensum de sus carreras. Sin embargo, se observa que carreras con campos de conocimiento alejados de ella, están incursionando en el uso de la IA como herramienta de apoyo en el análisis y clasificación de datos y ayuda en la toma de decisiones. Tal es el caso de los campos detallados de conocimiento: administración, negocios y legislación y salud y bienestar.

Las herramientas de IA son un apoyo a las actividades que realiza el ser humano, pero no lo reemplazan totalmente. Su eficiencia en la tarea que realizan no alcanza el 100 % debido a que en su entrenamiento y diseño no se consideran todos los parámetros que afectan el resultado analizado. En gran parte de los casos, los resultados de la IA requirieron de revisión o interpretación por parte de un ser humano. Especialmente en el campo de las tecnologías de diagnóstico y tratamiento médico donde siempre la decisión final estuvo en manos de un especialista.

Se debe agregar a los sílabos de las carreras la aplicación de técnicas de IA como herramientas de apoyo, clasificación y análisis de datos. Gran parte de los trabajos publicados se encontraban en carreras afines a la electrónica y automatización, mecatrónica y software. El predecir modelos o valores de variables con IA puede resultar más económico que estimar los parámetros de los modelos de los sistemas. Por lo que, existe una gran aplicación en este campo ya que no se limita solo a modelos de sistemas de producción, sino que llegan a utilizarse hasta en modelos económicos, ambientales y sociales.

La innovación en los algoritmos de IA es baja debido a que las herramientas de software disponibles en el mercado ya ofrecen funcionalidades extra a los algoritmos y técnicas de IA como: las estadísticas de desempeño generadas de forma automática, la alta disponibilidad de variaciones para el entrenamiento y construcción de la arquitectura de IA a utilizar y el ahorro de tiempo en la aplicación de varios algoritmos. El liberar a los autores de las tareas antes mencionadas, permite que estos se enfoquen más en la selección de

los parámetros de entrada de la IA, la depuración de los conjuntos de datos para pruebas y entrenamiento y en el diseño de la estructura de la IA a implementar.

### Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses para la elaboración del presente trabajo.

### Financiamiento

Los autores declaran que este trabajo no tiene fuentes de financiamiento

## 6. Referencias

1. ROUHIAINEN, Lasse. *Inteligencia Artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro* [En línea]. 1ra ed. España: Alienta Editorial, 2018. ISSN 978-84-17568-08-5 [fecha de consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: [https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros\\_contenido\\_extra/40/39308\\_Inteligencia\\_artificial.pdf](https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39308_Inteligencia_artificial.pdf).
2. VITERI, Yanina (2021). Inteligencia artificial y nuevas tecnologías en tiempos de pandemia. *Universidad, Ciencia y Tecnología* [En línea]. 25 (110), 164-171. ISSN 2542-3410. [Consulta: 10 septiembre 2022]. Disponible en: <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/488/930>.
3. ORDORIKA, Imanol y RODRÍGUEZ, Roberto (2010). El ranking Times en el mercado del prestigio Universitario. *Perfiles Educativos* [En línea]. 22(129), 8-29. ISSN 0185-2698. [Consulta: 01 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/132/13214995002.pdf>.
4. VEGA, Vladimir; SÁNCHEZ, Belkis; ESTUPIÑÁN, Jesus y LEYVA, Maikel (2021). Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis. *Revista Conrado* [En línea]. 17(S3), 70-78. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/357097129\\_Analisis\\_del\\_ranking\\_2021\\_de\\_universidades\\_ecuatorianas\\_del\\_Times\\_Higher\\_Education\\_con\\_el](https://www.researchgate.net/publication/357097129_Analisis_del_ranking_2021_de_universidades_ecuatorianas_del_Times_Higher_Education_con_el_metodo_TOPSIS_ANALYSIS_OF_THE_2021_RANKING_OF_ECUADORIAN_UNIVERSITIES_BY_TIMES_HIGHER_EDUCATION_USING_THE_TOPS)
5. GIRALDO, León y VIÑA, Silvia (2017). La inteligencia artificial en la educación superior. Oportunidades y Amenazas. *INNOVA Research Journal* [En línea]. 2(8.1), 412-422. ISSN: 2477-9024. Disponible en: <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n8.1.2017.399>.
6. UNESCO. Campos de educación y capacitación 2013 de la CINE (ISCED-F2013). *Instituto de Estadística de la UNESCO* [En línea]. ISSN: 978-92-9189-157-3. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15220/978-92-9189-157-3-sp>.
7. SUPERIOR, CONSEJO DE EDUCACIÓN. *Reglamento de Régimen Académico Vigente hasta el 15 septiembre 2022*. CES, 2021.
8. AJILLA, Mercy. *Las nuevas capacidades y habilidades del empleo joven de las empresas del Distrito Metropolitano de Quito* [En línea]. CADENA, Jaime (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2021 [Consulta: 5 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21857/1/CD%2011344.pdf>.
9. OCAÑA, Yolvi; VALENZUELA, Luis y GARRO, Luzmila (2019). Artificial Intelligence and its Implications in Higher Education. Propósitos y Representaciones [En línea]. 7(2), 536-568. ISSN: 2307-7999. [Consulta: 5 de agosto 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>.
10. TARAPUES, Blanca. *Modelo de clasificación supervisado de fotografías de fachadas para evaluar el daño estructural ocasionado por sismos de acuerdo con la escala Macrosísmica europea para apoyo de toma de decisiones en el Instituto Geofísico – EPN* [En línea]. RECALDE, Lorena (tutor) [Tesis de Maestría]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2021 [Consulta: 5 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu>.

- ec/bitstream/15000/22167/1/CD%2011662.pdf.
11. MONTERO, Óscar y SARDI, Juan (2017). Posibilidades de la reconstrucción tridimensional de zonas patrimoniales en base a fotogrametría y escáner LIDAR. El Barranco de la ciudad de Cuenca como caso de estudio. *Revista Maskana* [En línea]. 8(2), 83 – 98. ISSN 2477 – 8893. [Consulta: 29 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.18537/mskn.08.02.07>.
  12. FERRI, Francis. *Desarrollo de un modelo de reconocimiento de gestos de la mano utilizando señales EMG y Deep Learning* [En línea]. Benalcázar, Marco (tutor) [Tesis de Doctorado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2021 [Consulta: 7 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21762>.
  13. ESPINEL, Andrés. *Facial Emotion Recognition Using Deep-learning Models* [En línea]. PÉREZ, Noel (tutor) [Tesis de Pregrado]. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador, 2020 [Consulta: 29 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/9781/1/127763.pdf>.
  14. ZALDUMBIDE, Efraín. *Cryptocurrency upward trend direction prediction to optimize trading strategy* [En línea]. PAZ ARIAS, Patricio (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2021 [Consulta: 8 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21610>.
  15. VACA, Carlos. *Carlos. Buy Sell Trends Analysis Using Support Vector Machine* [En línea]. PÉREZ, Noel (tutor) [Tesis de Pregrado]. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador, 2020 [Consulta: 29 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8792/1/146127.pdf>.
  16. SIMBAÑA, Sandy. *Estudio comparativo entre analítica de datos y análisis de datos mediante un caso de estudio* [En línea]. ASTUDILLO, Boris (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2021 [Consulta: 9 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21502>.
  17. TACO, Daniel. *Aplicación de factorización de trayectoria espacial en reconocimiento automático de señales para uso en sistema de control de dispositivos domóticos* [En línea]. PAZ ARIAS, Henry (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2022 [Consulta: 5 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22054>.
  18. RUEDA, Bryan. *Desarrollo de un prototipo portátil para el reconocimiento de señales dactilológicas mediante visión artificial* [En línea]. PÉREZ CHECA, Aníbal Roberto (tutor) [Tesis de Pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, 2017 [Consultado: 5 de agosto 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14568/1/UPS%20-%20ST003199.pdf>.
  19. ULLOA, Víctor. *Desarrollo de prototipo de aplicación móvil para permitir el reconocimiento de billetes estadounidenses para personas no videntes* [En línea]. GUERRERO FLOR, Marco (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2021 [Consulta: 5 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21692>.
  20. GALEANA Deysy y BAYRO, Eduardo (2021). Recognition System for Euro and Mexican Banknotes Based on Deep Learning with Real Scene Images. *Computación y Sistemas* [En línea]. 22(4), ISSN: 2007-9737. [Consulta: 29 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.13053/cys-22-4-3079>.
  21. RAMOS, Washington. *Generación de señales volcánicas artificiales a partir de una base de datos del volcán Cotopaxi usando un modelo GAN (Generative Adversarial Network)* [En línea]. GRIJALVA, Felipe (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2021 [Consulta: 6 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21522>.

22. ESPINOZA, Pablo; ROLIM, Carlos; INZA, Adolfo; MARS, Jérôme; MÉTAXIAN, Jean; DALLA, Mauro y MALFANTE, Marielle (2020). Automatic Multichannel Volcano-Seismic Classification Using Machine Learning and EMD. *IEEE Xplore* [En línea]. 13, 1322-1331. ISSN: 2151-1535. [Consulta: 29 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2020.2982714>.
23. MUÑOZ, Edison. *Desarrollo de un sistema de control de acceso de personal empleando reconocimiento facial respaldado con técnicas de aprendizaje profundo* [En línea]. FLORES, Marco (tutor) [Tesis de Pregrado]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador, 2021 [Consulta: 8 de agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/25302>.
24. ALBUJA, Danny. *Desarrollo de un modelo predictivo para el análisis de anomalías de desempeño en futbolistas profesionales utilizando minería de opiniones* [En línea]. LOZA, Edison (tutor) [Tesis de Maestría]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2022 [Consulta: 8 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22205>.
25. CALLEJAS, Mauro y VÉLEZ, Manuel (2019). Predicción electoral usando un modelo híbrido basado en análisis sentimental: elecciones presidenciales de Colombia. *Revista Politécnica* [En línea]. 15(30), 94-104. ISSN: 1900-2351. [Consulta: 29 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n30a9>.
26. JURADO, María. *Identificación de la cobertura arbórea de Guayaquil urbano usando técnicas de inteligencia artificial* [En línea]. BAUZ, Sergio (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, 2021 [Consulta: 8 de agosto 2022]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51945>.
27. PEÑA, Gonzalo (2021). Clasificación espacial del suelo urbano por el valor especulativo del suelo e imágenes msi satelitales usando k-means, Huancayo, Perú. *Revista de Estudios Urbano Regionales* [En línea]. 24(44), 70-83. ISSN: 0717-3997. [Consulta: 29 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.22320/07183607.2021.24.44.06>.
28. MORENO, Mario. *Detección de incidentes automovilísticos usando técnicas de aprendizaje de máquina* [En línea]. SANG, Yoo (tutor) [Tesis de Maestría]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2021 [Consulta: 9 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21625>.
29. OJEDA, Verónica. *Diseño de un método pasivo de ubicación de una persona en ambiente de interiores basado en aprendizaje automático con datos obtenidos a partir de enlaces de comunicaciones en la banda de 28 ghz* [En línea]. AVILÉS, Juan (autor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, 2022 [Consulta: 9 de agosto 2022]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53626>.
30. ORTUÑO, Bryan. *Evaluación y aplicación de algoritmos de inteligencia artificial explicada para apoyar la toma decisiones médicas en la salud fetal* [En línea]. Loza Aguirre, Edison (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2022 [Consulta: 10 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22552>.
31. ARROYO, Junior; MARINI, Thomas; SAAVEDRA, Ana; TOSCANO, Marika; BARAN, Timothy; DRENNAN, Kathryn; DOZIER, Ann; ZHAO, Yu Tina; EGOAVIL Migueland TAMAYO, Lorena; RAMOS, Berta y CASTANEDA, Benjamin (2022). No sonographer, no radiologist: New system for automatic prenatal detection of fetal biometry, fetal presentation, and placental location. *PLOS ONE* [En línea]. 17(2), 53-57. ISSN: 1932-6203. [Consulta: 29

- de septiembre 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262107>.
32. UBILLÚS, José. *Desarrollo de una herramienta computacional de evaluación de problemas operacionales en la perforación de pozos en el campo sacha* [En línea]. PACHECO MONTERO, Wilson Jair (autor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador,2021 [Consulta: 9 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21954>.
  33. RUIZ, Marco; ALZATE, Guillermo; OBANDO, Andrés y ÁLVAREZ, Hernán (2019). Combined artificial intelligence modeling for production forecast in a petroleum production field. *CTF - Ciencia, Tecnología Futuro* [En línea]. 9(1), 27-35. ISSN: 0122-5383. [Consulta: 29 de septiembre 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.29047/01225383.149>.
  34. CHIZA, Juan. *Sistema para la detección de uso de mascarilla utilizando técnicas de redes neuronales convolucionales* [En línea]. GALARZA, Eddie (tutor) [Tesis de Maestría]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Ecuador,2022 [Consulta: 9 de agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/30769>.
  35. PEREIRA, Alexandre; DONADON, Thiago y OLIVEIRA, Fabio (2021). Aplicación de inteligencia artificial para monitorear el uso de mascarillas de protección. *Revista Científica General José María Córdova* [En línea]. 19(33), 205-222. ISSN: 1900-6586. [Consulta: 29 de septiembre 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.21830/19006586.725>.
  36. MEZA, Emilia. *Desarrollo de una herramienta computacional que permita la clasificación entre personas que presenten o no una patología a partir de señales electromiográficas de la extremidad inferior usando máquinas de soporte de vectores* [En línea]. ROSALES, Jorge. (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador,2021 [Consulta: 10 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21940>.
  37. HERRERA, Marcelo; MARTÍNEZ, Gustavo; RODRÍGUEZ, José Luis y AVILÉS, Óscar (2015). Knee functional state classification using surface electromyographic and goniometric signals by means artificial neural networks. *Ingeniería y Universidad* [En línea]. 19(1), 51–66. ISSN: 2011-2769. [Consulta: 29 de septiembre 2022], Disponible en: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.iyu19-1.kfsc>.
  38. QUIZHPE, Lenin e YÁNEZ, Cristian. *Implementación de un sistema de posicionamiento continuo de cuerpos celestes para análisis espectral en imágenes digitales, en un telescopio astronómico con montura Ecuatorial* [En línea]. Constante, Patricia (tutor) [Tesis de Pregrado]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Ecuador,2021 [Consulta: 8 de agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24345>.
  39. LLAMATUMBI, Germán y SOLIS, Edison. *Determinación y evaluación de la temperatura de pirolización para el proceso de cogeneración en gasificación tipo downdraft con el uso de redes neuronales artificiales (RNA)* [En línea]. Gutiérrez, Eduardo (tutor) [Tesis de Pregrado]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Ecuador,2021 [Consulta: 8 de agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/27943>.
  40. JIMÉNEZ, José y VILLALBA, Kimberly. *Diseño e implementación de un prototipo de sistema mecatrónico que brinde asistencia virtual interactiva en los procesos de montaje y desmontaje del fusil HK-33E empleando técnicas de visión artificial para el reconocimiento preciso de las partes que conforman el arma* [En línea]. Gordón, Andrés (tutor) [Tesis de Pregrado]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Ecuador,2022 [Consulta: 8 de agosto 2022].

- Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/29353>.
41. AVILÉS, Karla y GAIBOR, Neil. *Diseño e implementación de una prótesis robótica con señales EMG usando técnicas de inteligencia artificial* [En línea]. Asanza, Víctor. (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, 2021 [Consulta: 10 de agosto 2022]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/54698>.
  42. TOAPANTA, Byron y TORRES, Edwin. *Automatización del proceso de manufactura de plantas de calzado, mediante la repotenciación de una máquina inyectora, la integración de control de calidad a través de visión por computador e IoT para el monitoreo del proceso de producción, en la empresa Instalcom ubicada en la ciudad de Ambato* [En línea]. Caizalitin, Edwin (tutor) [Tesis de Pregrado]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Ecuador, 2022 [Consulta: 10 de agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/29352>.
  43. PAREDES, Michelle. *Implementación de un modelo para predecir la resistencia a carbapenémicos en klebsiella pneumoniae mediante un algoritmo de machine learning* [En línea]. GRIJALVA, Rodrigo (tutor) [Tesis de Pregrado]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Ecuador, 2021 [Consulta: 7 de agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24174>.
  44. LADÍN, Mariana. *Introducción al uso de sistemas de inteligencia artificial para modelizar, comprender y optimizar formulaciones farmacéuticas* [En línea]. Ira ed. Brasil: Pombalina Coimbra University Press, 2022. ISBN: 978-989-26-0881-5. [Consulta: 03 de octubre 2022]. Disponible: <https://ucdigitalis.uc.pt/pombalina/item/69709>.
  45. ARGÜELLO, Edwin y GARCÉS, Jonhson. *Generación de cartografía automatizada 2D a través de la tecnología deep learning para escala 1:5000, en el sector de Cashapamba* [En línea]. Kirby, Eduardo (tutor) [Tesis de Pregrado]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Ecuador, 2021 [Consulta: 5 de agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/25735>.
  46. ABARCA, Francisco; CAMPOS, Francisco y REINOSO, Rafael (2017). Metodología de ayuda a la decisión mediante SIG e Inteligencia Artificial: aplicación en la caracterización demográfica de Andalucía a partir de su residencia. *Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca* [En línea]. 11(6), 33-51, ISSN 1390-9274. [Consulta: 01 de octubre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.18537/est.v006.n011.a03>.
  47. ICHINA, Alejandra. *Desarrollo de algoritmos para el análisis y procesamiento de imágenes de resonancia magnética para diferenciar los tejidos presentes en el hígado graso* [En línea]. VÁSQUEZ, Nicolás. (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2021 [Consulta: 10 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21878>.
  48. GONZÁLEZ, Neily; LEYVA, Maikel; FAGGIONI, Katya y ÁLVAREZ, Paúl (2018). Estudio comparado de las técnicas de Inteligencia Artificial para el diagnóstico de enfermedades en la ganadería. *Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca* [En línea]. 15(2), 17-20. ISSN: 1690-8627. [Consulta: 01 de octubre 2022]. Disponible en: <https://www.iiisci.org/journal/risci/FullText.asp?var=&id=CA077AU18>.
  49. GUERRA, Esteban. *Predicción de precios de cierre de acciones en la bolsa de valores mediante técnicas de aprendizaje automático y minería de datos: evaluación de escenarios para transacciones intradía*. [En línea]. GUTIÉRREZ, Sandra (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2021 [Consulta: 7 de agosto 2022]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/29353>.



- bibdigital . epn . edu . ec / handle / 15000/22018.
50. LLUMIQUINGA, Eddy. *Estudio comparativo de los algoritmos de clasificación supervisada empleando datos artificiales* [En línea]. ÁLVAREZ, Robin (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2022 [Consulta: 8 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22184>.
  51. ORTUÑO, Bryan. *Evaluación y aplicación de algoritmos de inteligencia artificial explicada para apoyar la toma decisiones médicas en la salud fetal* [En línea]. LOZA, Edison (tutor) [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2022 [Consulta: 10 de agosto 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22552>.
  52. CUBERO, Jhonny y VALLE, Segundo. *Reconocimiento de tumores y patologías cerebrales mediante inteligencia artificial* [En línea]. ARROBA, Jorge (tutor) [Tesis de Pregrado]. Universidad Central del Ecuador, Ecuador, 2022 [Consulta: 29 de septiembre 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/27244/1/UCF-FING-ISI-CUBERO%20JHONNY-VALLE%20SEGUNDO.pdf>.



Artículo de **libre acceso** bajo los términos de una **Licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual 4.0 Internacional**. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y estén debidamente citados bajo la misma licencia.