



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE MEDICINA**

**“ROL DEL DEEP LEARNING PARA EL ANÁLISIS DE  
IMÁGENES HISTOLÓGICAS EN PATOLOGÍA  
QUIRÚRGICA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE MÉDICO**

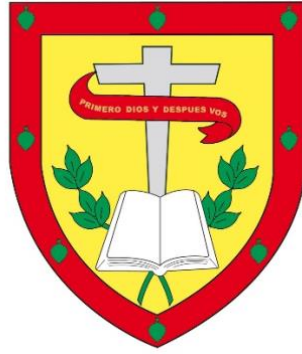
**AUTOR: DOMÉNICA VANESSA DÁVILA MUÑOZ**

**DIRECTOR: DR. JORGE SEBASTIÁN CORONEL MONTERO**

**CUENCA - ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE MEDICINA**

**“ROL DEL DEEP LEARNING PARA EL ANÁLISIS DE  
IMÁGENES HISTOLÓGICAS EN PATOLOGÍA  
QUIRÚRGICA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE MÉDICO**

**AUTOR: DOMÉNICA VANESSA DÁVILA MUÑOZ**

**DIRECTOR: DR. JORGE SEBASTIÁN CORONEL MONTERO**

**CUENCA - ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

**Doménica Vanessa Dávila Muñoz** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0107403289**. Declaro ser el autor de la obra: **“ROL DEL DEEP LEARNING PARA EL ANALISIS DE IMÁGENES HISTOLÓGICAS EN PATOLOGÍA QUIRURGICA”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

**Cuenca, 16 de Noviembre de 2022**

F: ..... *Doménica Dávila* .....  
**Doménica Vanessa Dávila Muñoz**  
C.I. **0107403289**

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR / TUTOR

Certifico que el presente trabajo denominado "**ROL DEL DEEP LEARNING PARA EL ANALISIS DE IMÁGENES HISTOLOGICAS EN PATOLOGIA QUIRURGICA**" realizado por **Doménica Vanessa Dávila Muñoz** con documento de identidad **No. 0107403289**, previo a la obtención del título profesional de Médico, ha sido asesorado, supervisado y desarrollado bajo mi tutoría en todo su proceso, cumpliendo con la reglamentación pertinente que exige la Universidad Católica de Cuenca y los requisitos que determina la investigación científica.

Cuenca, 16 de Noviembre de 2022



Firmado electrónicamente por:  
**JORGE SEBASTIAN  
CORONEL MONTERO**

F: .....  
**Dr. Jorge Sebastián Coronel Montero**  
**DIRECTOR / TUTOR**

## RESUMEN

**Introducción:** El desarrollo de la ciencia, la investigación tecnológica en función de la humanidad ha requerido la implementación de nuevos métodos tecnológicos en el campo de la salud para el diagnóstico oportuno de enfermedades produciéndose un crecimiento en la aplicación de la inteligencia artificial

**Objetivo:** Establecer el rol del *deep learning* para análisis de imágenes histológicas en patología quirúrgica

**Metodología:** Se utilizaron bases de datos como MedLine, ScienceDirect, Scielo, PubMed, Dialnet. Se implementó el método estratégico PICO. Se delimitaron las palabras claves o descriptores para la búsqueda en las diferentes bases de datos. Las palabras claves a utilizar en combinación con operadores booleanos (OR, AND, NO) fueron: "inteligencia artificial", "*deep learning*", "*deep learning* + imágenes histológicas", "*deep learning* +patología quirúrgica". Se activación los filtros: "Revisiones Sistemáticas", "idiomas inglés y español".Para evaluar el riesgo de sesgo de los artículos implementados fue analizado con el uso de la herramienta AMSTAR

**Resultados:** Se incluyeron 8 artículos en la implementación de la Estrategia PICO, prevalecen los publicados en revistas de alto impacto. Se ha implementado el *deep learning* en diferentes especialidades médicas influyendo en una mejora en los servicios favoreciéndose la predicción de los riesgos y el diagnóstico preciso con una atención más personalizada a los pacientes.

**Conclusiones:** Los resultados obtenidos en este estudio revelan las potencialidades de la inteligencia artificial y *deep learning*, en los servicios de salud, pero se requieren más estudios de su aplicación tanto en la práctica del campo clínico, así como la académica y finalmente la investigación.

**Palabras clave:** inteligencia artificial, *deep learning*, patología quirúrgica, diagnóstico, imagen digital

## **ABSTRACT**

**Introduction:** The development of science, technology and research in function of humanity has required the implementation of new technologies in the field of health for the diagnosis of diseases, producing a growth in the application of artificial intelligence.

**Objective:** To establish the role of deep learning for analysis of histological images in surgical pathology

**Methodology:** The MedLine/PubMed, ScienceDirect, Scielo, Dialnet databases were used. The PICO Strategy was implemented. The keywords or descriptors for the search in the different databases were defined. The keywords to be used in combination with Boolean operators (AND, OR) were: “artificial intelligence”, “deep learning”, “deep learning + histological images”, “deep learning + surgical pathology”. The filters were activated: "Systematic Reviews", "English and Spanish languages". The risk of bias of the included articles was evaluated with the AMSTAR tool.

**Results:** 8 articles were included in the implementation of the PICO Strategy, those published in high-impact journals prevail. Deep learning has been implemented in different medical specialties, influencing an improvement in services, favoring risk prediction and accurate diagnosis with more personalized attention to patients.

**Conclusions:** The results obtained in this study reveal the potential of artificial intelligence and deep learning in health services, but more studies are required on their application in clinical practice, as well as in academics and research.

**Keywords:** artificial intelligence, deep learning, surgical pathology, diagnosis, digital imaging

## INDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT .....	6
<b>Formulación del problema.....</b>	<b>8</b>
OBJETIVOS.....	10
General.....	10
Específicos: .....	10
MARCO TEÓRICO .....	11
Conceptualización .....	11
Aprendizaje de las maquinas ( <i>machine learning</i> ) y aprendizaje profundo ( <i>deep learning</i> ).....	11
<i>Aplicaciones del aprendizaje profundo en el campo de la salud</i> .....	12
<i>Limitaciones del aprendizaje profundo</i> .....	14
METODOLOGÍA .....	16
Diseño metodológico :.....	16
Estrategia para la búsqueda y obtención de datos. ....	18
CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	19
<i>Criterios de inclusión</i> .....	19
<i>Criterios de exclusión</i> .....	19
<i>Evaluación de la calidad de los estudios</i> .....	19
RESULTADOS .....	21
CONCLUSIONES .....	33
BIBLIOGRAFÍA.....	34

El desarrollo de la tecnología, campo científico y la investigación en función de la humanidad ha requerido la implementación de nuevas tecnologías en el campo de la salud para el diagnóstico de enfermedades y se ha producido un crecimiento en la aplicación de la inteligencia artificial (1). Biomarcadores radiómicos no invasivos basados en IA pueden tener un impacto significativo en la clínica debido a su bajo costo y requisitos mínimos de participación humana (2,3).

La Inteligencia artificial es una tecnología de procesamiento de datos que se ha ido introduciendo en el campo de la salud con un amplio potencial desde especialidades innovadoras y tecnológicas como la oftalmología con el uso de láser, técnicas de microcirugía hasta las aplicaciones de las terapias génicas y con células madres, teniendo en cuenta que la IA tiene la potencialidad de transformar el cribado, triaje, diagnóstico y manejo de las enfermedades (4,5).

La IA, que se ha definido como la capacidad de las computadoras para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana (6,7), se encuentra en constante expansión, aun cuando en el caso de la medicina se ha adoptado más tardíamente que en otras ciencias. Sin embargo, el papel de IA en la actualidad se está expandiendo rápidamente con perspectivas de revolucionar la atención al paciente en los próximos años (8).

El *ML* es un algoritmo avanzado de inteligencia artificial en donde la tecnología tiene la capacidad de aprender tras experiencias con el uso de tareas. El propio proceso de retroalimentación es capaz de distinguir entre dicho aprendizaje a modo de supervisión, no supervisión o en el caso de refuerzo (6)

### **Formulación del problema**

Los avances que se han producido recientemente en la inteligencia artificial sugieren cambios en la forma en que se detectan y tratan enfermedades (9,10). Una técnica en particular como el *deep learning*, ha tenido resultados innovadores en muchos problemas importantes (11), como la clasificación de imágenes en el diagnóstico de la patología mamaria y otros en el análisis de imágenes digitales (12)

Estudios realizados basados en aprendizaje profundo en patología de tumores, han contribuido a superar las limitaciones del examen subjetivo del patólogo y la precisión del diagnóstico, sin embargo, no queda claro como un aprendizaje profundo en un cáncer específico podría funcionar en otro tipo de cáncer (13).

La implementación de técnicas de IA en especialidades como la angiología y la cirugía de tipo vascular ha empezado a ser muy útil en el análisis de imágenes, pero también en modelos de anticipación de crecimiento. Además de asistencia a procedimientos de tipo endovascular, a nivel de ejecución y/o planificación (6).

En el diagnóstico de las enfermedades se requiere realizar una variedad de procesos que conllevan tiempo (14) y esfuerzo prolongado así como una carga excesiva de información (15,16), pudiendo incurrir en errores de interpretación de las imágenes, de ahí que emplear técnicas de aprendizaje automático complementarán el diagnóstico en patología quirúrgica (17,18).

En la actualidad para el diagnóstico de las enfermedades es fundamental tener en cuenta el análisis de imágenes histológicas, partiendo de que el procesamiento e interpretación de imágenes se apoya en el uso de herramientas para lograr mayor efectividad como las técnicas de machine learning y deep learning, de ahí que formulemos la siguiente **pregunta de investigación:**

¿Cuál es el rol del deep learning para análisis de imágenes histológicas en patología quirúrgica?

## **OBJETIVOS**

### **General**

Establecer el rol del *deep learning* para análisis de imágenes histológicas en patología quirúrgica

### **Específicos:**

- Sistematizar los referentes teóricos sobre el rol del *deep learning* para análisis de imágenes histológicas en patología quirúrgica
- Identificar la utilización del *deep learning* para análisis de imágenes histológicas en patología quirúrgica
- Comparar la utilización del *deep learning* para análisis de imágenes histológicas en patología quirúrgica

## MARCO TEÓRICO

### Conceptualización

La inteligencia artificial ha sido de interés amplio en los últimos años en las diferentes ciencias y de forma particular ha empezado a impactar en la salud, basada en el aprendizaje profundo (*Deep learning*, DL) aplicado por medio del reconocimiento de voz y procesamiento del lenguaje natural (1).

La IA se basa en el desarrollo de un programa informático, que se ha desarrollado progresivamente en los últimos años, incidiendo en ello el desarrollo de la tecnología informática que permite dar solución a cálculos de gran complejidad en un corto período de tiempo (1).

Los programas están diseñados con una estructura que pretende replicar la forma de las redes humanas a las cuales se ha denominado redes neurales, las cuales están configuradas con la intención de que puedan replicar el proceso humano de pensar de igual forma a como se produce con la transmisión sináptica de las neuronas (8).

Las redes neurales se refieren a los sistemas de computación conformados por varios elementos simples en interconexión, que pueden procesar información de forma dinámica dando respuesta a estímulos externos. De esta forma una neurona artificial pondera la suma de la información recibida, transmitiendo el resultado a otras neuronas de la red (8).

Las neuronas se agrupan en capas y están conformadas por neuronas interconectadas, ingresando los datos por neuronas de la capa de entrada, viajan por las capas intermedias hasta una capa de salida que es la que informa la decisión final del programa (8).

### Aprendizaje de las máquinas (*machine learning*) y aprendizaje profundo (*deep learning*)

*Machine Learning* (ML) se refiere al uso de algoritmos diferentes de aprendizaje los cuales definen la secuencia de pasos que la máquina debe realizar para una tarea específica y que le concede la capacidad de adaptarse a los diferentes estímulos del entorno con la finalidad de mejorar el desempeño en la tarea (6).

Por otro lado, el DL es el aprendizaje que admite inferir predicciones futuras en las tareas, es un aprendizaje de tipo automático en el cual la máquina se puede alimentar de datos no procesados y revelar automáticamente los patrones o características que se necesitan para las tareas de detectar o clasificar (6).

El DL emplea redes neuronales que son variadas por ser de múltiples capas, cada una al recibir información que se ha procesado en la capa anterior transmitiendo la información a la siguiente capa, creándose un conocimiento jerarquizado. La red selecciona los datos descartando los no esenciales para la solución del problema que se trabaja (6).

Las capas múltiples que conforman el sistema se perfeccionan con el uso de redes neuronales recurrentes, las cuales permiten añadir memoria al sistema, permitiendo con ello que al analizar un problema se guarden una serie de cálculos a utilizar en presencia de problemas similares, lo cual incrementa la experiencia y conocimiento para la adaptación de las predicciones a partir del conocimiento acumulado (17).

La capacidad de pensar y de aprendizaje mejora en la medida que se incrementan los datos, llegando los sistemas DL a ser capaces de examinar millones de imágenes similares y almacenarlas en la memoria, de forma tal que se pueden analizar y extraer similitudes de imágenes similares con lo cual se puede dar un diagnóstico con mayor precisión del estado de salud del paciente (17).

### ***Aplicaciones del aprendizaje profundo en el campo de la salud***

El DL se ha aplicado en diferentes especialidades de la salud:

- a) La especialidad de oftalmología a retinografías, imágenes de tomografía de coherencia óptica y campos visuales con resultados eficaces en la detección de la retinopatía diabética, la retinopatía por prematuridad, los discos ópticos glaucomatosos, el edema macular y la degeneración macular asociada con la edad, en cirugía refractiva para la predicción del estado de la córnea posterior a cirugía, en cálculo de lentes intraoculares y para detectar glaucoma de ángulo abierto (5).

- b) En el campo de la radiología los sistemas han permitido descubrir lesiones de tuberculosis pulmonar o de nódulos pulmonares cancerígenos en las placas de tórax (18).
- c) La Inteligencia Artificial y el Machine Learning son capaces de simular procedimientos, con mayor importancia cada día, en cirugía abierta, pero también en la mejora de interacción operativa respecto a estaciones de trabajo y sistemas complementarios, a nivel imagenológico como robótico (19).
- d) En oncología los flujos de trabajo clínicos se basan en biomarcadores moleculares predictivos y pronósticos, éstos tienden a incrementar el costo y tiempo para la toma de decisiones en la práctica clínica de oncología (15). Los avances en el DL han permitido extracción de información no visible directamente de la histología de rutina de imágenes del cáncer brindando información útil clínicamente. Ha tenido utilidad en tareas avanzadas de imágenes que poseen potencialidad de afectar de forma directa las decisiones clínicas, incluyendo la inferencia de características moleculares, la predicción de sobrevida y la predicción de la terapia (20,2)
- e) Los estudios han implantado la capacidad de modelos de aprendizaje para predecir el estado de los ganglios linfáticos directamente de la histología en el cáncer de colon (21).
- f) Se ha utilizado en la evaluación de biomarcadores e histológica más precisos en el diagnóstico de cáncer de mama para la toma de decisiones terapéuticas más efectivas, llegando a establecerse una variedad de técnicas diferentes para entrenar un modelo de aprendizaje profundo (12).
- g) La utilización del DL ha permitido que el sistema de clasificación de tejidos basado en el aprendizaje profundo pueda usarse como un biomarcador predictivo económico para Inmunoterapia en cáncer gástrico (15).

### ***Limitaciones del aprendizaje profundo***

El aprendizaje profundo representa un avance tecnológico relevante en las diferentes ciencias incluido las ciencias médicas, aun cuando presenta desafíos, limitaciones y en algunos casos preocupaciones de parte de los especialistas (13).

Una limitación a considerar está referida a la disponibilidad de datos en la mayoría de los estudios médicos, los cuales han estado por debajo de los estándares comunes en aprendizaje automático y computacional, lo cual puede afectar el rendimiento del aprendizaje profundo, pudiendo ocurrir que las arquitecturas más comunes y las estrategias de aprendizaje profundo no sean efectivas u óptimas en los datos de imágenes médicas (12).

Una limitación está relacionada con la complejidad de la computación, que se ve agravada por las imágenes médicas, por la variedad de tamaños que oscilan desde megapíxeles hasta gigapíxeles, lo cual requiere que se adapten los métodos convencionales de análisis profundo de aprendizaje a las necesidades y escenarios médicos (13).

Es preocupación en la práctica clínica en el análisis de histología de imágenes, la inconsistencia de color y variaciones en el tejido, teniendo en cuenta que el procesamiento puede afectar significativamente el análisis de la imagen causadas por técnicas de tinción, de procesamientos y de fabricantes, por lo cual se han utilizado métodos de procesamiento para el color de la imagen (12)

Una preocupación que ha surgido con la utilización del DL está relacionada con la privacidad de los pacientes, soluble con la restricción al acceso de datos de personas involucradas en proyectos médicos (8).

En las perspectivas del DL está la potencialidad de transformar la práctica de la patología quirúrgica al garantizar resultados más precisos que permiten a los patólogos concentrarse en tareas de integración molecular, morfológica y clínica, así como en diagnósticos y pronósticos con mayor nivel de precisión (8).

La investigación científica en el futuro debe asegurar que los investigadores clínicos, con dominio en técnicas de especialización, se unan a equipos multidisciplinarios, donde participen profesionales del aprendizaje automático,

con vistas a disminuir tiempo y costo que se requiere para obtener información de forma precisa y personalizada para garantizar un mejor pronóstico y diagnóstico de los pacientes (9).

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño metodológico :**

Para la presente investigación se aplicó una metodología que se basa en el análisis de revisión tipo bibliográficas, los resultados se presentaron en un diagrama de flujo de tipo PRISMA. El estudio se llevó a cabo durante el mes de marzo-agosto del año 2022. Las bases de datos que fueron ocupadas y analizadas fueron de MedLine, ScienceDirect, PubMed Scielo, Dialnet. Se incluyeron también revisiones de tipo sistemáticas, que han sido vinculados con el tema de revisión basándose en los objetivos definidos para la revisión. Por lo que se formuló la pregunta de investigación aplicando el tipo de Estrategia PICO.

Tabla 1.

**Tabla 1 Estrategia PICO.**

Pregunta de Investigación	¿Cuál es el rol del <i>deep learning</i> para el análisis de imágenes histológicas en patología quirúrgica?		Palabras Claves
<b>Estrategia PICO</b>	P: Paciente	Pacientes con patología quirúrgica	Patología quirúrgica, diagnóstico, imagen digital
	I: Intervención	Imágenes histológicas	Inteligencia artificial, deep learning,
	C: Comparación	Uso del Deep learning en análisis de imágenes histológicas	Análisis, imagen digital, patología quirúrgica
	O: Outcomes, Resultados	Rol del deep learning para el análisis de imágenes histológicas en patología quirúrgica	Imágenes histológicas, patología quirúrgica

Elaborada por: DOMENICA VANESSA DÁVILA MUÑOZ

### Estrategia para la búsqueda y obtención de datos.

En el método PICO se definió las palabras claves para una búsqueda exhaustiva en las diferentes bases de datos (Tabla No.1). Las palabras claves a utilizar en conjunto con operadores de tipo booleanos (AND, OR) fueron: "inteligencia artificial", "deep learning", "deep learning +imágenes histológicas", "deep learning +patología quirúrgica". La búsqueda de artículos se realizó a partir de la activación de los filtros: "Revisiones Sistemáticas", "idiomas inglés y español".  
Tabla 2.

**Tabla 2.** Estrategia de búsqueda en las bases de datos.

<b>BASE DE DATOS</b>	<b>PALABRAS CLAVES</b>	<b>FILTROS</b>
MedLine/PubMed	inteligencia artificial, deep learning, patología quirúrgica, diagnóstico, imagen digital	Revisiones sistemáticas, últimos 5 años, idioma español e inglés
Science Direct	inteligencia artificial, deep learning, patología quirúrgica, diagnóstico, imagen digital	Revisiones sistemáticas, últimos 5 años, idioma español e inglés
Scielo	Queloides inteligencia artificial, deep learning, patología quirúrgica, diagnóstico, imagen digital	Revisiones sistemáticas, últimos 5 años, idioma español e inglés
Dialnet	inteligencia artificial, deep learning, patología quirúrgica, diagnóstico, imagen digital	Revisiones sistemáticas, últimos 5 años, idioma español e inglés

Elaborada por: DOMENICA VANESSA DÁVILA MUÑOZ

Se realizó una revisión de tipo bibliográfica con el fin de seleccionar artículos científicos sobre el rol del *deep learning* para el análisis de imágenes histológicas en patología quirúrgica. La investigación se llevó a cabo en tres fases: Búsqueda de la información, organización de información y análisis de información recogida.

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### ***Criterios de inclusión***

- Se incluyeron artículos científicos publicados durante el período 2017-2022 sobre la temática.
- Se incorporaron artículos publicados en los idiomas español e inglés.

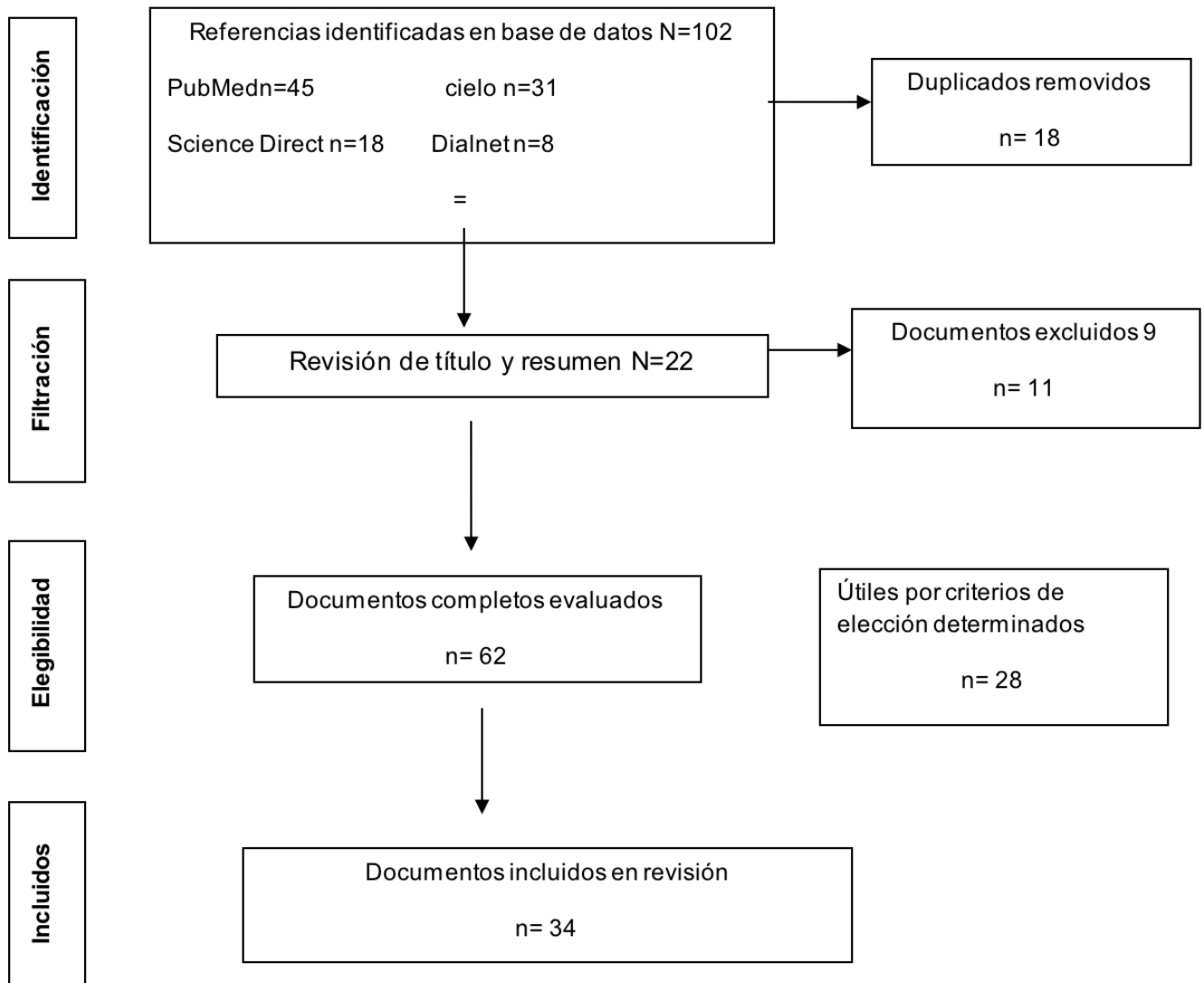
### ***Criterios de exclusión***

- Se excluyen artículos incompletos
- Artículos que no cumplen los requisitos definidos para el tema según el tipo de literatura, idioma y fuentes.

### ***Evaluación de la calidad de los estudios***

El riesgo para el sesgo de los artículos incluidos fue revisado con la herramienta método AMSTAR (A Measurement Tool to Assess Systematic Reviews) Este tipo de instrumento se basa en la aplicación de una lista de 11 ítems para evaluar de forma válida y proporcionar confiabilidad en la calidad metodológica de las revisiones disponibles en la literatura científica. Los ítems se totalizaron y se clasifico a partir de las siguientes puntuaciones en: de 4- 8 calidad metodológica de mala a regular y puntuaciones mayores a 9 calidad metodológica buena.

## DIAGRAMA DE FLUJO



## RESULTADOS

Los artículos seleccionados fueron 8, dirigidos a establecer el rol del deep learning para análisis de imágenes histológicas en patología quirúrgica. Ver tabla 3, 4, 5, 6.

**Tabla 3. Estudios incluidos para la revisión.**

Autor y año	Tipo de revisión	Población	Número estudios incluidos	VARIABLES DE RESPUESTA
Robertson, S/2018 (12)	Revisión sistemática	Pacientes con cáncer	No define	La mayoría de los estudios médicos han estado por debajo de los estándares comunes de aprendizaje automático. Importancia de adaptar métodos convencionales de análisis profundo de aprendizaje hacia las necesidades y escenarios de imágenes médicas.
Serag, A/ 2019 (1)	Revisión sistemática	Pacientes cáncer próstata	No define	Las técnicas de aprendizaje profundo pueden jugar un papel importante en el análisis, diagnóstico y pronóstico. También podrían usarse para en análisis.
Yiwen X/ 2019 (2)	Diseño experimental	N=268 Cáncer de pulmón	-	Redes de aprendizaje profundo para predecir resultados clínicos mediante el análisis de series temporales de imágenes de TC

Ahmad, Z/ 2021 (8)	Revisión sistemática	-	15 estudios	Temprano y preciso diagnóstico de cáncer de mama, pulmón y próstata y linfoma utilizando aplicaciones innovadoras de IA
Echle, A/ 2021(20)	Revisión sistemática	No define	18 estudios	Herramienta con aplicabilidad en diferentes tipos de tinciones histológicas
Kiehl, L/ 2021 (21)	Estudio de cohorte	n=2431	-	Nomograma basado en datos clínicos disponibles antes de la operación para evaluar la utilidad para predecir metástasis ganglios linfáticos (LNM) y DL clasificador para predecir LNM a partir de diapositivas H&E digitalizadas de tumores CCR primarios
Aguirre, F/ 2021 (25)	Revisión sistemática	No define	No define	Detección de micro hemorragias y hemorragias, estudio tomográfico de tórax.
Kitaguchi, D/ 2022 (17)	Estudio retrospectivo	No define	No define	Escisión mesorrectal total transanal (TaTME) con información del paso quirúrgico, se evaluó desempeño de modelo de aprendizaje profundo en el reconocimiento de los

				pasos quirúrgicos en TaTME.
--	--	--	--	-----------------------------

Elaborada por: DOMENICA VANESSA DÁVILA MUÑOZ

**Tabla 4.** Clasificación de estudios según los componentes de la Estrategia método PICO: características del paciente (P) y características de intervención (I)

Autor, año	Características del paciente (P)			Características de intervención	
	Muestra	Sexo	Edad	Tiempo seguimiento	Otros procedimientos
Serag, A/ 2019 (1)	No define	Hombres	Adultos	-	No
Yiwen, X/ 2019 (2)	N=268	Ambos	Adultos	2 años	Análisis de series temporales de imágenes de TC
Ahmad, Z/ 2021(8)	No define	Ambos	Adultos		No
Echle, A/ 2021 (20)	No define	Hombres	Adultos	5 años	No
Kiehl, L/ 2021 (21)	n=2431	Hombres	60-79 años	-	Nomograma basado en datos clínicos disponibles antes de la operación para evaluar

					la utilidad de estos factores para predecir metástasis en los ganglios linfáticos
Aguirre, F/ 2021 (25)	No define	Ambos	Adultos	-	Detección automática de micro hemorragias
Kitaguchi, D/ 2022 (17)	Estudio retrospectivo	No define	No define	-	Datos de Video con información del paso quirúrgico

Elaborada por: DOMENICA VANESSA DÁVILA MUÑOZ

**Tabla 5. Clasificación de los estudios según los componentes de la Estrategia método PICO: Outcomes y Comparación (C), Resultados (O)**

Autor, año	Comparación	Resultados
Robertson, S/2018 (12)	Concordancia entre el diagnóstico por imagen digital y el convencional, diagnóstico con portaobjetos	La concordancia entre el diagnóstico por imagen digital y el convencional, (el diagnóstico con portaobjetos) ha demostrado ser bueno con tendencia a superior
Serag, A/2019 (1)	Diferentes enfoques del aprendizaje profundo en patología,	La analítica en crecimiento a un ritmo acelerado con potencial de transformar la patología con aplicaciones que aceleran el flujo de trabajo, mejorar el diagnóstico y el resultado clínico de los pacientes
Yiwen, X/ 2019 (2)	Modelos de aprendizaje profundo que utilizan escaneos de series temporales y sobrevida	El aprendizaje profundo puede integrar escaneos de imágenes en múltiples puntos de tiempo para mejorar la clínica en las predicciones de resultados
Ahmad, Z/ 2021 (8)	Variedad de tipos de escaneo para el diagnóstico temprano	Diagnóstico de cáncer de mama, pulmón y próstata y linfoma utilizando aplicaciones innovadoras de IA
Echle, A/ 2021(20)	Predicción de mutaciones genéticas y sobrevida	Predicción de la presencia de tejido tumoral invasivo en tejido prostático y determinación del genotipo del tumor directamente de imágenes histológicas

Kiehl, L/ 2021 (21)	DL comparación de su valor predictivo potencia con la del nomograma.	El aprendizaje profundo puede predecir el estado de los ganglios linfáticos directamente de la histología en el cáncer colorrectal en la medida similar al de un clínico clasificador que contiene los datos del paciente edad, sexo, estadio T, localización y lateralidad del tumor.
Aguirre, F/ 2021(25)	Redes convolucionales y efectividad en predicción de infarto	Las redes convolucionales basadas en DL tienen una performance sustancialmente buena para predecir el volumen de infarto potencialmente reducido de mediar tratamiento con rTPA. Además de los avances en el estudio tomográfico de tórax, existen múltiples modalidades de apoyo diagnóstico basado en IA, para radiografías de tórax. La imagenología mamaria subespecialidad con esencial uso de screening relevante en el diagnóstico mediante IA.
Kitaguchi, D/2022 (17)	Desempeño de un modelo de aprendizaje en el reconocimiento de pasos quirúrgicos	Modelo de DL aprendió por sí mismo, reconoció pasos de clasificación en videos TaTME alta precisión posterior a la capacitación. Se puede aplicar a sistema de guía intraoperatoria o indexación de video

		postoperatorio y análisis en procedimientos TaTME
--	--	---

Elaborada por: DOMENICA VANESSA DÁVILA MUÑOZ

**Tabla No.6 Evaluación de la calidad de los estudios**

Art	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Puntos
1	5 A	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	11
2	4 A	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	9
3	11 A	Sí	Si	Sí	Sí	Si	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	11
4	6 A	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Si	10
5	3 A	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	9
6	11 A	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Si	10
7	5 A	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	10
8	4 A	Si	Si	Sí	Sí	Si	Sí	Si	Sí	Sí	No	Si	10

Elaborada por: DOMENICA VANESSA DÁVILA MUÑOZ

### **SIMBOLOGÍA**

1. Tiempo de búsqueda. 2. Proporción de e diseño a priori. 3. Exclusión de duplicados. 4. Búsqueda imperativa de la literatura. 5. Exclusión de la literatura gris. 6. Lista de inclusión y exclusión. 7. Caracterización de los estudios. 8. Evaluación calidad estudios. 9. Utilidad de los estudios. 10. Adecuación resultados. 11. Sesgo. 12. Conflicto intereses.

**Calidad de los estudios:** Buena

## DISCUSIÓN

Los resultados en este estudio han revelado la amplitud de funciones de la inteligencia artificial, distinguiéndose de forma particular el análisis de las imágenes digitales, que ha alcanzado un gran desarrollo en los últimos años debido a los avances del DL.

Por su desempeño sin precedentes, el aprendizaje profundo ha abierto las puertas a avances tecnológicos en diversos campos, incluido el médico, sin embargo, aún se presentan desafíos, limitaciones, y preocupaciones como revelan los estudios incluidos en esta revisión, que analiza algunos de los aplicados directamente en el campo de la patología digital en especialidades de oftalmología, de otorrinolaringología, de cirugía, entre otras (3,22).

La utilización de la IA se ha ido expandiendo con rapidez y supone, revolucionar la atención a los pacientes en el futuro inmediato, debido a la potencialidad que tiene de transformar la práctica de la patología quirúrgica garantizando un diagnóstico rápido y preciso y un pronóstico con mayor objetividad que contribuya a una atención más personalizada (8).

La IA y el DL se han utilizado en el diagnóstico de la patología mamaria y en el análisis de imágenes digitales con la utilización de redes combinadas para el rendimiento de las predicciones, presentando limitaciones la mayoría de los estudios médicos que han estado por debajo de los estándares comunes de aprendizaje automático, lo cual pudiera afectar el rendimiento del aprendizaje profundo a los datos médicos (12).

En un estudio realizado por Li F., et.al. (23), con la hipótesis de que la información histológica de las imágenes de biopsia tumoral podría predecir la respuesta de NAC en el cáncer de mama, se propuso un nuevo biomarcador basado en el aprendizaje profundo que predice PCR, a partir de imágenes de tejido teñido con hematoxilina y eosina (H&E) y se evaluó su desempeño predictivo, se concluye que la puntuación basada en DL a partir de imágenes histológicas predice pCR y tiene un gran potencial para una estratificación más precisa de los pacientes para NAC (23).

En revisión sistemática realizada por Ahmad Z, et.al. (8), se estudiaron artículos centrados en el diagnóstico rápido y preciso del cáncer de mama, pulmón, próstata y linfoma utilizando aplicaciones innovadoras de IA. En varios estudios se mostró éxito con el uso de IA para evaluar una variedad de tipos de escaneo, incluidos mamografía para lesiones mamarias, tomografías computarizadas para nódulos e infecciones pulmonares e imágenes de resonancia magnética para tumores del cerebro. En el aprendizaje automático del cáncer de pulmón temprano, las imágenes de TC de tórax por IA mostraron una alta especificidad y sensibilidad para identificar tempranamente el cáncer de pulmón y puede resultar de gran valor en el futuro para ayudar en los primeros diagnósticos de pequeños nódulos de cáncer de pulmón (8).

La utilidad para predecir la presencia de tejido tumoral invasivo en tejido prostático y para determinar el genotipo del tumor directamente de imágenes histológicas fue evidenciado en los estudios de Echle A., et.al. (24).

Aguirre F., et.al. (25), en revisión realizada constataron que además de los avances en el estudio tomográfico de tórax, existen múltiples modalidades de apoyo diagnóstico que se basan en la IA, para radiografías de tórax, así como que la imagenología mamaria es una subespecialidad con notable uso de screening de relevancia en el diagnóstico por medio de la inteligencia artificial (25)

En revisión realizada por Kiehl L., et.al. (21), el aprendizaje profundo puede predecir el estado de los ganglios linfáticos directamente de la histología en el cáncer colorrectal, similar al de un clínico clasificador que contiene los datos del paciente edad, sexo, estadio T, localización y lateralidad del tumor, la combinación de ambos clasificadores puede mejorar la precisión de la clasificación (21).

Una de las aplicaciones de la IA se ha llevado a cabo en la especialidad de cardiología donde ya se exhiben buenos resultados, aún cuando se debe en el futuro, generar grandes bases de datos con información de calidad, así como

evaluar e integrar la IA en contextos clínicos realistas según Dorado P, et.al (26), corroborado en el estudio de Krittanawong C, et.al. (19).

Otra de las aplicaciones que se refiere en los estudios es la generalización de redes neuronales profundas para la segmentación de instrumentos quirúrgicos con la utilización de imágenes extraídas aleatoriamente de videos intraoperatorios, de resecciones colorrectales laparoscópicas, distales laparoscópicas gastrectomía, colecistectomías y hepatectomía parcial laparoscópica. En este estudio revelan la limitada generalización de las redes neuronales profundas en el campo de la inteligencia artificial quirúrgica y la precaución contra conjuntos de datos y modelos sesgados basados en aprendizaje profundo (27).

En el estudio realizado por Konnaris M. (28), et.al., se precisa el uso de la histopatología para analizar muestras de biopsias clínicas y tejidos de modelos preclínicos en diferentes afecciones músculo esqueléticas que requieren experiencia, tiempo y recursos, que en ocasiones se ven afectados, lo cual puede ser compensado a partir de los avances de imágenes digitales y procesamiento de imágenes que brindan la oportunidad de automatizar los análisis histológicos mediante la implementación de modelos estadísticos avanzados como el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo (28).

Similar resultado se evidencia en el estudio de Liu S, et.al. (29), donde se constata que la cirugía guiada por imágenes (IGS) puede reducir el riesgo de daño tisular y mejorar la precisión y focalización de lesiones aumentando el campo visual de la cirugía (29).

En estudio realizado por Zhang J., et.al. (30), sobre interpretación totalmente automatizada de ecocardiogramas en la práctica clínica, permitieron introducir métricas cuantitativas de bajo costo en la práctica clínica, extraer información de ecocardiogramas archivados y favoreció el seguimiento longitudinal sistemáticos de los pacientes (30), corroborado también por Sharma A., et.al., (31) las tecnologías digitales de la salud ofrecen importantes oportunidades para

optimizar tanto la prestación de atención clínica como la investigación clínica (31).

La aplicación extensiva de la inteligencia artificial en las investigaciones del cáncer, ha estado influenciada en las dos últimas décadas, por los avances en los algoritmos computacionales, la disponibilidad de hardware informático de alto rendimiento y el ensamblaje de grandes bases de datos basadas en la comunidad, sin embargo solo unas pocas aplicaciones basadas en IA han sido aprobadas para su uso en el mundo real, aun cuando se espera que en el futuro, la tecnología de IA esté más ampliamente disponible y aplicada para aumentar las tasas de supervivencia, mejorar el tratamiento y reducir los efectos secundarios (32).

En los estudios realizados al comparar la utilización del DL para análisis de imágenes histológicas en patología quirúrgica, según revisión de Jang H, et.al. (13), que los enfoques basados en aprendizaje profundo (DL) en patología tumoral contribuyen a superar las limitaciones del examen visual subjetivo de patólogos y a una mayor objetividad y precisión diagnóstica. Aun cuando no queda claro cómo un sistema DL que se ha entrenado para discriminar tejidos normales / tumorales en un cáncer específico pudiera funcionar en otros tipos de tumores (13). A diferencia del estudio de Cifci D, et.al. (33), que encontraron que los métodos de IA funcionan razonablemente bien en múltiples tipos de tumores.

En tanto en estudio de Muti H, et.al., con el objetivo de desarrollar y validar aprendizaje profundo basado en clasificadores para detectar la inestabilidad de microsatélites y el estado del virus de Epstein-Barr(EBV), a partir de portaobjetos de histología de rutina, los resultados indicaron que el sistema de clasificación de tejidos basado en el aprendizaje profundo podría usarse como un biomarcador predictivo económico para Inmunoterapia en cáncer gástrico (15).

Similar al estudio realizado por Echle A., et.al. (34), que entrenaron y validaron detectores MSI/dMMR (inestabilidad de microsatélites/ deficiencia de reparación de desajustes) basados en IA y evaluaron métricas de rendimiento predefinidas usando cohortes de pacientes en diferentes países y etnias. Los resultados

indicaron que cuando se aplica en un entorno clínico, el sistema de IA puede descartar MSI/dMMR (34).

## **CONCLUSIONES**

La inteligencia artificial se ha ido introduciendo paulatinamente en las ciencias médicas en las diferentes especializaciones, mostrándose resultados favorables en la predicción y el diagnóstico, así como sus grandes potencialidades en el campo de la investigación médica.

La utilización del DL ha impulsado la disponibilidad de los servicios de salud al influir en la disminución del tiempo y costo de los servicios médicos, mejorar la calidad de los servicios y disminuir la subjetividad en la interpretación de la información, lo cual favorece la predicción de los riesgos y diagnóstico de las enfermedades, lo cual propicia una atención más personalizada de los pacientes.

La inteligencia artificial ha iniciado un cambio en el paradigma en la atención de la salud, que no sustituye las funciones del especialista de la salud aun cuando se requiere de la participación de equipos multidisciplinarios para mejorar la terapéutica e incrementar la precisión diagnóstica.

Los resultados obtenidos en este estudio revelan las potencialidades de la inteligencia artificial y DL, en los servicios de salud, pero se requieren más estudios de su aplicación tanto en la práctica clínica, en la académica y finalmente de investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Serag A, Margineanu A, Qureshi H, McMillan R, Saint Martin M, Diamond J, et al. Translational AI and Deep Learning in Diagnostic Pathology. *Front. Med.* 2019 Oct; 6(185): p. doi: 10.3389/fmed.2019.00185.
2. Xu Y, Hosny A, Zeleznik R, Parmar C, Coroller T, Franco I, et al. Deep Learning Predicts Lung Cancer Treatment Response from Serial Medical Imaging. *Clin Cancer Res.* 2019 Jun; 25(11).
3. Heinz C, Echle A, Foersch S, Bychkov A, Kathe J. The future of artificial intelligence in digital pathology-results of a survey across stakeholder groups. *Histopathology.* 2022; 80: p. 1121-27  
<https://doi.org/10.1111/his.14659>.
4. Sun BY, Gu PY, Guan RY, Zhou C, Lu JW, Yang ZF, et al. Deep learning based analysis of preoperative MRI predicts microvascular invasion and outcome in hepatocellular carcinoma. *World Journal of Surgical Oncology.* 2022; 20(189): p. <https://doi.org/10.1186/s12957-022-02645-8>.
5. Poplin R, Varadarajan A, Blumer K, Liu Y, McConnell M, Corrado G. Prediction of cardiovascular risk factor from retinal fundus photographs via deep learning. *J Nat Biomed Eng.* 2018; 2(3): p. 158-64  
<https://doi.org/10.1038/s41551-018-0195-0>.
6. Alvarez F, Alonso N, De Haro J. Inteligencia artificial y modelado avanzado en cirugía vascular. Implicaciones para la práctica clínica. *Rev Angiolol.* 2021; 73(2): p. 65-75.
7. Sardar P, Abbott D, Kundu A, Aronow H, Granada J, Giri J. Impact of Artificial Intelligence on Interventional Cardiology. *J Am Coll Cardiol Intv.* 2019; 12: p. 1293-303.
8. Ahmad Z, Rahim S, Zubair M, Ghafar J. Artificial intelligence (AI) in medicine, current applications and future role with special emphasis on its potential and promise in pathology: Present and future impact, obstacles including costs and acceptance among pathologists, practical and philosophical. *Diagnostic Pathology.* 2021; 16(24): p. <https://doi.org/10.1186/s13000-021-01085-4>.
9. Pearson A. Current and Future Uses of Digital Pathology in Oncology. *Clinical Advances in Hematology&Oncology.* 2021 Ago; 19(8).

10. Litjens G, Ciompi F, Wolterink J, De Vos B, Leiner T, Teuwen J, et al. State of the Art Deep Learning Cardiovascular Image Analysis. *JACC Cardiovascular Imaging*. 2019 Ago; 12(8): p. 1549-65.
11. Golla AK, T.önnes C, Russ T, Bauer DF, Froelich MF, Diehl SJ, et al. Automated Screening for Abdominal Aortic Aneurysm in CT Scans under Clinical Conditions Using Deep Learning. *J Diagnostics*. 2021; 11(2131): p. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11112131>.
12. Robertson S, Azizpour H, Smith K, Hartman J. Digital image analysis in breast pathology-from image processing techniques to artificial intelligence. *The journal of Laboratory and Clinical Medicine*. 2018; 194: p. 19-35.
13. Jang HJ, Song IH, Lee SH. Generalizability of Deep Learning System for the Pathologic Diagnosis of Various Cancers. *Appl. Sci.* 2021; 11(808): p. <https://doi.org/10.3390/app11020808>.
14. Choi E, Schuetz A, Stewart W, Sun J. Using recurrent neural network models for early detection of heart failure onset. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2017; 24(2): p. 361-70  
doi:10.1093/jamia/ocw112.
15. Muti H, Heij L, Keller G, Kohiruss M, Langer R, Dislich B, et al. Development and validation of deep learning classifiers to detect Epstein Barr virus and microsatellite instability status in gastric cancer: a retrospective multicentre cohort study. *Lancet Digit Health*. 2021; 3: p. 354-64 [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(21\)00133-3](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00133-3).
16. Hahn S, Perry M, Morris C, Wshah S, Bertges D. Machine deep learning accurately detects endoleak after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *JVS: Vascular Science*. 2020; 1: p. 5-12  
Dpi:10.1016/jvssci.2019.12.003.
17. Kitaguchi D, Takeshita N, Matsuzaki H, Hasegawa H, Igaki T, Oda T, et al. Deep learning-based automatic surgical step recognition in intraoperative videos for transanal total mesorectal excision. *Surgical Endoscopy*. 2022;(36): p. 1143-51 <https://doi.org/10.1007/s00464-021-08381-6>.
18. Keser N. Role of Artificial Intelligence in Cardiovascular Imaging. *Anatol J Cardiol*. 2019; 22: p. 10-12 DOI:10.14744/AnatolJCardiol.2019.93727.
19. Krittanawong CZHWZAMKT. Artificial Intelligence in Precision Cardiovascular Medicine. *Journal of the American College of Cardiology*. 2017; 69(21): p. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.03.571>.

20. Echle A, Rindtorff N, Brinker T, Luedde T, Pearson A, Kather J. Deep learning in cancer pathology: a new generation of clinical biomarkers. *British Journal of Cancer*. 2021;(124): p. 686-696.
21. Kiehl L, Kuntz S, Höhn J, Jutzi T, Kriehoff-Henning E, Kather J, et al. Deep learning can predict lymph node status directly from histology in colorectal cancer. *European Journal of Cancer*. 2021; 157: p. 464-73.
22. Talamilla M, Vargas I, Cisternas I, Viacaíno M, Auat-Cheein F, Délano P. Inteligencia artificial en otorrinolaringología: estado actual y perspectivas a futuro. *Rev Otorrinolaringol. Cir.Cabeza Cuello*. 2022; 82: p. 244-57.
23. Li F, Yang Y, Wei Y, He P, Chen J, Zheng Z, et al. Deep learning bases predictive biomarker of pathological complete response to neoadjuvant chemotherapy from histological images in breast cancer. *Journal of Translational Medicine*. 2021; 19: p. <https://doi.org/10.1186/s12967-021-03020-z>.
24. Echle A, Rindtorff N, Brinker T, Luedde T, Pearson A, Kather J. Deep learning in cancer pathology: a new generation of clinical biomarkers. *British Journal of Cancer*. 2021;(124): p. 686-96  
<https://doi.org/10.1038/s41416-020-01122-x>.
25. Aguirre F, Carballo L, González X, Gigirey V. Inteligencia artificial aplicada a la imagen médica. Revisión del tema. *Rev Imagenol*. 2021; XXIV(2): p. 47-58.
26. Dorado-Díaz P, Sanpedro-Gómez J, Vicente-Palacios V, Sánchez P. Aplicaciones de la inteligencia artificial en cardiología: el futuro ya está aquí. *Rev Esp Cardiol*. 2019; 72(12): p. 1065-75  
<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2019.05.016>.
27. Kitaguchi D, Fujino T, Takeshita N, Masaaki H. Limited generalizability of single deep neural network for surgical instrument segmentation in different surgical environments. *Scientific Reports*. 2022; 12: p.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-16923-8>.
28. Konnaris M, Brendel M, Fontana M, Otero M, Ivashkiv L, Wang F, et al. Computational pathology for musculoskeletal conditions using machine learning: advances, trends, and challenges. *Arthritis Research Therapy*. 2022; 24(68): p. <https://doi.org/10.1186/s13075-021-02716-3>.

29. Liu S, Yang B, Wang Y, Tian J, Yin L, Zheng W. 2D/3D Multimode Medical Image Registration Based on Normalized Cross-Correlation. *Appl Sci*. 2022; 12: p. <https://doi.org/10.3390/>.
30. Zhang J, Gajjala S, Agrwal P, Tison G, Hallock L, Beussink-Nelson L, et al. Fully Automated Echocardiogram Interpretation in Clinical Practice Feasibility and Diagnostic Accuracy. *Circulation*. 2018; 138: p. <https://doi.10.1161/CIRCULATIONAHA.118.034338>.
31. Sharma A, Harrington R, McClellan M, Turakhia M, Eapen Z, Steinhubl S, et al. Using Digital Technology to Better Generate Evidence and Deliver Evidence Based Care. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018; 71(23): p. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.03.523>.
32. Shao D, Dai Y, Li N, Cao J, Zhao W, Cheng L, et al. Artificial intelligence in clinical research of cancers. *Briefings in Bioinformatics*. 2022; 23: p. <https://doi.org/10.1093/bib/bbab523>.
33. Cifci D, Foersch S, Kather J. Artificial intelligence to identify genetic alterations in conventional histopathology. *Journal of Pathology*. 2022; 257: p. <https://doi.10.1002/path.5898>.
34. Echle A, Ghaffari N, Quirke P, Grabsch H, Muti H, Saldanha O, et al. Artificial intelligence for detection of microsatellite instability in colorectal cancer: a multicentric analysis of a pre-screening tool for clinical application. *ESMO Open*. 2022; 7(2): p. <https://doi.org/10.1016/j.esmoop.2022.100400>.

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

**Doménica Vanessa Dávila Muñoz** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0107403289**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“ROL DEL DEEP LEARNING PARA EL ANALISIS DE IMÁGENES HISTOLOGICAS EN PATOLOGIA QUIRURGICA”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **16 de Noviembre de 2022**

F: ..... *Doménica Dávila* .....  
**Doménica Vanessa Dávila Muñoz**  
C.I. **0107403289**