

# Aplicación web para la detección de neumonía en niños de uno a cinco años mediante redes neuronales convolucionales en radiografías del tórax.

## Trabajo Terminal No.

*Alumnos: De la Cruz Sierra Diana Paola, Tzintzun Gonzalez David, Villalobos Aceves Jonathan Jesús*

*Directores: Luna Benoso Bejamin, Chavarria Baez Lorena*

*e-mail: jvillalobosa1500@alumno.ipn.mx*

**Resumen** – Una de las principales causas de muerte en niños de uno a cinco años es la neumonía. Una de las formas más utilizadas para detectarla es inspeccionando visualmente la radiografía del tórax, sin embargo, este método se basa en la experiencia y buena observación del médico tratante. Para apoyar en el prediagnóstico de esta enfermedad, se han desarrollado sistemas de software, aunque algunos de ellos requieren la instalación de herramientas para su ejecución y algunos otros ya son obsoletos. Por lo tanto, el problema que se pretende abordar en este trabajo es la falta de tales herramientas de prediagnóstico. Para solucionarlo, se desarrollará una aplicación web que analice las radiografías de tórax, usando redes neuronales convolucionales, para identificar la presencia de neumonía y clasificarla en bacteriana o viral.

**Palabras clave** – Neumonía, reconocimiento de patrones, redes neuronales convolucionales, aplicación web, ciencias de la computación, ingeniería de software.

## 1. Introducción

La neumonía es un tipo de infección respiratoria aguda que afecta a los pulmones, los cuales están formados por pequeños sacos, llamados alvéolos, que se llenan de aire al respirar. Cuando una persona tiene esta infección los alvéolos se llenan de pus y líquido, esto provoca una respiración dolorosa y además limita la absorción de oxígeno [1]. Generalmente, la neumonía es de causa infecciosa, aunque también puede deberse a otras causas, como son la inhalación de productos químicos, o incluso puede ser causada por microorganismos como virus, bacterias y, raramente, hongos [2].

De acuerdo con la forma en que se adquiere, la neumonía se puede clasificar como hospitalaria que es cuando se adquiere en un centro hospitalario o adquirida en la comunidad (NAC), que sucede cuando se contrae en el día a día [3]. Esta última es una infección aguda del parénquima pulmonar que afecta a pacientes no hospitalizados en los 17 días previos o que aparece durante las primeras 48 horas de su hospitalización y que se caracteriza por la aparición de fiebre, tos y/o síntomas respiratorios, junto con la presencia de infiltrados pulmonares en la radiografía de tórax [2].

La neumonía, al igual que otras infecciones como la sepsis y la meningitis, es provocada por la forma invasiva de la bacteria *Streptococcus pneumoniae* (*neumococo*), la cual es la principal causa de morbilidad especialmente en los niños menores de 5 años y es la etiología más importante de la neumonía adquirida en la comunidad durante esas edades. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reportado que causa hasta un millón de fallecidos anualmente en el mundo [4].

Existen diferentes métodos para el diagnóstico de la neumonía, entre los que se pueden encontrar manifestaciones clínicas, pruebas de laboratorio y radiografía torácica [5]. Sin embargo, no existen pruebas de laboratorio que determinen si existe neumonía y tampoco diagnostican entre neumonía viral o bacteriana, en cambio, si se hace uso de radiografías, estas ayudan a confirmar el diagnóstico, permite definir el patrón radiológico, la extensión y detectar posibles complicaciones [6].

Los errores que generalmente se presentan en la valoración por el medio diagnóstico de la radiografía se deben principalmente a dos factores, la subjetividad del evaluador, que depende de la preparación teórico-práctica que este posea, así como de las características objetivas que el evaluador detecte en la radiografía, ya que para interpretar una imagen radiográfica del tórax pediátrico es sumamente necesario recordar embriología, anatomía, fisiología,

inmunología y los procesos patológicos más frecuentes del tórax del niño, así como las diferencias existentes respecto al tórax del adulto o niño mayor, por lo tanto, la situación es mucho más complicada en pediatría [7].

A pesar de que existen muchas investigaciones acerca del uso de reconocimiento de patrones en la detección de neumonía, no existen grandes esfuerzos en la creación de productos que implementen esta tecnología, se destacan 3 productos. Dos de ellos son desarrollos independientes y uno es producto de la compañía AeroTech. Estas aplicaciones similares a la del proyecto que se propone en este trabajo se muestran a continuación en la tabla 1.

Tabla 1: aplicaciones similares

Nombre	Desarrollador	Entrada de datos	Plataforma	Opciones de configuración	Registro de usuarios	Presentación de resultados	Tecnologías implementadas
Pneumonia Detection [11].	Happily everafter 95	Mediante la carga de imágenes	Web	Ninguno	No	String en formato Json	Python, Dockerfile, Tensorflow
Pneumonia - detection [12].	Yash Shende	Mediante la carga de imágenes	Web	Ninguno	No	Mensaje con el diagnostico (Pneumonia / Normal)	Python, Tensorflow, Flask, Keras
Chest X-Ray Classifier [13].	Aero Tech Studio	Mediante la cámara del celular	Android	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo</li> <li>Dispositivo de procesamiento</li> <li>Numero de Threads</li> </ul>	No	Porcentaje de concordancia entre Pneumonia, Pneumonia (extreme) y Normal	Tensorflow

Es por ello que en este trabajo se propone una herramienta auxiliar para la detección de neumonía en la pediatría por medio de radiografías haciendo uso de redes neuronales convolucionales.

El uso de las redes neuronales convolucionales (Convolutional Neural Network o CNN por sus siglas en inglés) para el procesamiento de datos a gran escala ha aumentado en los últimos años, se han vuelto herramientas de gran ayuda en distintos campos especialmente en el área de clasificación. Además, en el reconocimiento de patrones, los sistemas que actualmente hacen uso de este tipo de redes son los que arrojan mejores resultados [8].

Para entender un poco el proceso de las CNN se puede ver la Figura 1. Dentro de estas se encuentran dos secciones principales, la primera es la sección de extracción de características y la segunda la sección de clasificación [8].

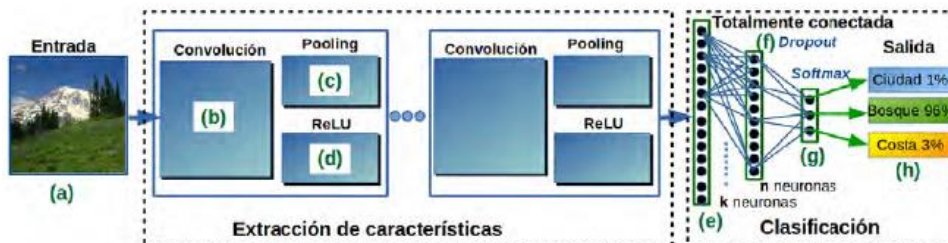


Figura 1: proceso que sigue la red neuronal convolucional

Como se mencionó anteriormente las redes neuronales convolucionales arrojan mejores resultados, es por esto que en este trabajo se harán uso de redes neuronales convolucionales para que, dadas las radiografías del tórax del paciente se pueda determinar si este tiene neumonía viral, bacteriana o ninguna de las anteriores.

## **2. Objetivo**

Desarrollar una aplicación web que permita analizar imágenes de radiografías del tórax de niños de entre uno y cinco años, haciendo uso de redes neuronales convolucionales, para determinar la presencia de neumonía bacteriana o viral o ninguna de las anteriores.

### **Objetivos específicos:**

- Diseño e implementación del módulo de usuarios.
- Diseño e implementación del módulo de análisis de imágenes.
- Diseño e implementación del módulo de presentación de resultados.

## **3. Justificación**

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la neumonía es la principal causa individual de muerte infantil, aproximadamente 920,136 niños menores de 5 años murieron en el 2015 a causa de la neumonía, lo que significa que el 15% de las defunciones infantiles son provocadas por esta enfermedad [1]. El diagnóstico de este padecimiento se hace a través del reconocimiento físico, los rayos X o el análisis de sangre.

Uno de los instrumentos fundamentales para evaluar las enfermedades en el tracto respiratorio inferior es la radiografía del tórax [9]. En estas radiografías se pueden observar distintos elementos como el corazón, los vasos sanguíneos, los huesos, los pulmones y el tórax. Sin embargo, este tipo de valoración es propensa a errores debido a dos tipos principales de factores, los subjetivos de la persona que evalúa, los cuales dependen del conocimiento teórico y práctico que tenga, y de las características del medio diagnóstico [7].

A partir de estudios generados a una muestra representativa de estudiantes de pregrado de la Facultad de Medicina en México, se puede resaltar una falta de habilidad en la detección de signos clínicos en radiografías del tórax, ya que, según estos estudios, el 50% de los estudiantes mostró una carencia de habilidades para la detección de signos clínicos presentes en las radiografías [10]. Además, en evaluaciones realizadas a alumnos de cuarto, quinto y sexto año de la carrera de Medicina en la Habana, en escenarios docentes como el consultorio, se han detectado errores en la interpretación de la radiología de tórax y, por ende, en el diagnóstico de la neumonía. Aquí los estudiantes diagnostican falsos procesos inflamatorios mal llamándolos “reforzamientos”, y para aquellos pacientes enfermos los descartan sin indicar ningún tratamiento, de modo que, a pocos días, estos pacientes enfermos regresan con un agravio en su condición [7].

La investigación de elementos de software relacionados con la neumonía arroja que actualmente existen herramientas que hacen uso de Machine Learning para la detección de este padecimiento como lo son pneumonia-detection por happilyeverafter95 [11], Pneumonia-Detection por YashShende [12], Chest X-Ray Classifier [13]. En su documentación técnica, se expone su capacidad de detectar la neumonía mediante imágenes de radiografía del tórax, desafortunadamente estas herramientas son obsoletas [5] y algunas no funcionan acorde con lo expuesto, además, nos encontramos que el uso de estas herramientas implica la necesidad de conocimiento en el área de sistemas computacionales, ya que es necesario montar todos los elementos de software que se enuncian en su documentación para poder realizar pruebas de funcionamiento.

## **4. Productos o Resultados esperados**

Todo lo anterior demuestra que, actualmente, no hay un medio viable que apoye el prediagnóstico de la neumonía, es por esto, que se propone desarrollar una aplicación web basada en CNN, la cual va a generar un prediagnóstico sobre la radiografía del tórax de un infante. En esta aplicación se determina si hay presencia de uno de dos tipos concretos de neumonía, la neumonía viral o la neumonía bacteriana. La aplicación web recibirá un elemento de entrada, la radiografía del tórax y a la salida arrojará un informe que contenga la clasificación de la imagen.

La arquitectura del proyecto se muestra en la Figura 2. En esta se observan las partes principales del sistema y cómo se conectan entre sí. Siendo el Módulo de análisis mediante CNN el principal de ellos ya que es el que se encargará del procesamiento de los datos.

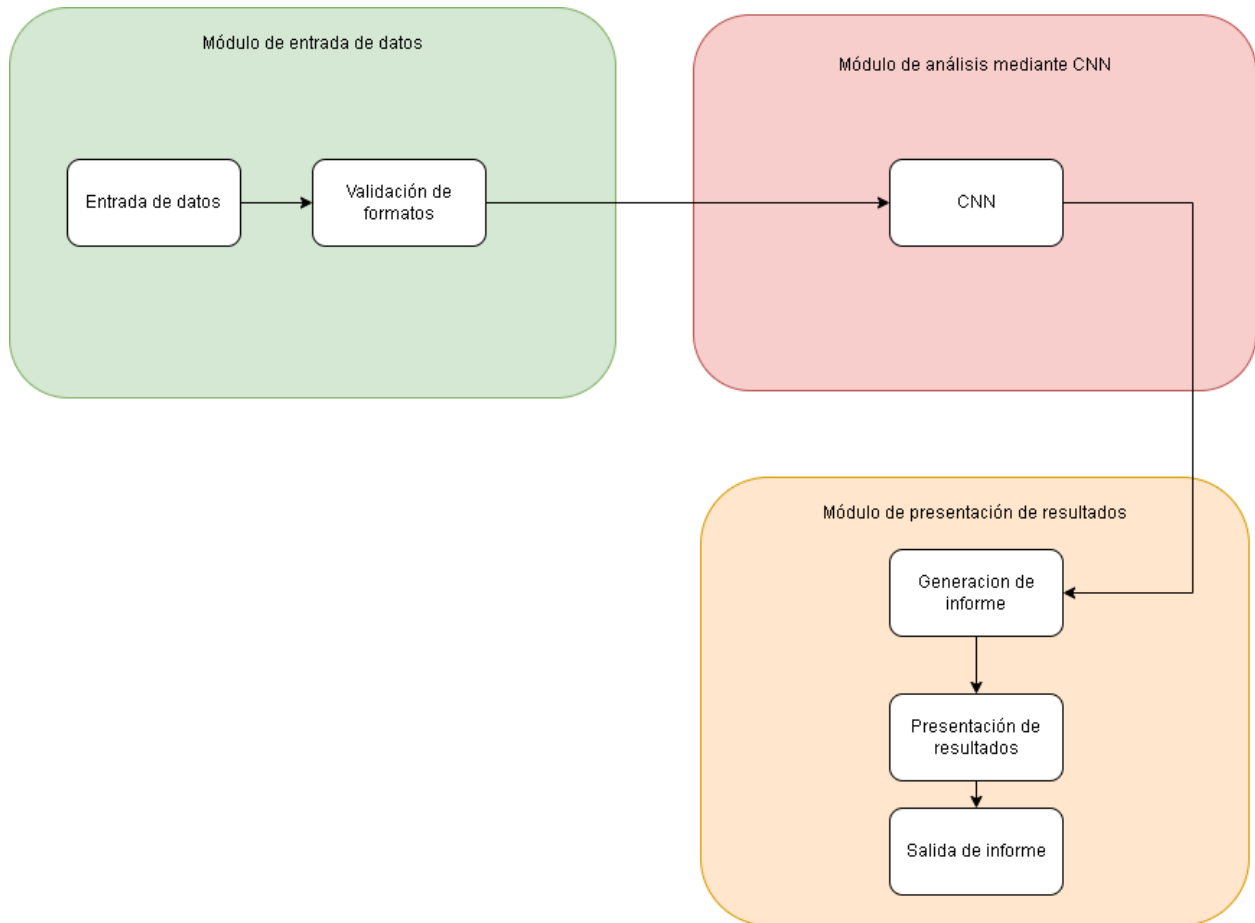


Figura 2: arquitectura del proyecto

Los productos entregables para este proyecto son los siguientes:

- Aplicación web
- Documentación
- Diseño de las pantallas de usuario
- Manual de usuario
- Manual técnico

## 5.- Metodología

El modelo de prototipos evolutivo es un modelo de desarrollo de software de tipo evolutivo, el cual, parte de la definición de los objetivos del proyecto y de una idea clara de la funcionalidad del sistema de software. Este modelo

es ideal para el desarrollo de proyectos de pequeña escala, desarrollados por equipos de trabajo pequeños; además que una de las principales carencias de este modelo, está relacionada con la especificación de costes de producción, la cual será indistinta en el desarrollo del sistema, debido a que el equipo optara por la aplicación de herramientas, que en mayor medida, serán simplemente implementadas, y apoyándose en las características que brindan plataformas como AZURE, permitirá contar con los elementos de cómputo necesarios para la aplicación

La adopción de este modelo de software permitirá al equipo de trabajo, desarrollar los subsistemas de manera paralela y posteriormente realizar una valoración, con la finalidad de implementar la retroalimentación necesaria en la aplicación web.

Para este proyecto se optó por la herramienta de Microsoft Project para la administración de las tareas y el desarrollo del proyecto, esta herramienta brinda la posibilidad de considerar presupuestos, recurso humano, etc. Además, esta es capaz de generar reportes con el avance del proyecto, y una serie de diagramas que muestran aspectos relevantes, como el uso de recursos, el avance de cada tarea y las holguras existentes.

Para almacenar nuestra aplicación web se utilizará la plataforma de Azure, esta nos ofrece más de 200 servicios en la nube [14], la principal de ellas es la renta periódica de máquinas virtuales con sistemas operativos Linux o Windows, esto permite centrarse en la configuración de dicha máquina virtual y dejar de lado cuestiones como el mantenimiento físico de estas tanto de las maquinas como de las instalaciones donde estas se encuentran. Cuenta con una interfaz de usuario que te permite controlar todos los aspectos de los servicios a contratar, en el caso de la renta de una máquina virtual se puede configurar desde su almacenamiento, hasta la memoria RAM y numero de procesadores, también se tiene disponible las configuraciones de red. Todo esto desde un panel de control en el cual se despliega la información de la máquina virtual y las distintas secciones de configuración.

Para la parte de la clasificación de las imágenes se utilizará Python el cual es un lenguaje de programación interpretado que busca desarrollar una sintaxis que priorice la legibilidad del código, además de ser conocido como multiparadigma ya que soporta diferentes orientaciones. Así mismo y no menos importante, Python facilita la creación de códigos entendible de rápido aprendizaje como los que son necesarios en proyectos de machine learning [15].

## 6. Cronograma

Ver anexo 1, 2 y 3

## 7.- Referencias

- [1]. Organización mundial de la salud. (2021, nov 11). Neumonía. [En línea]. Disponible: <https://bit.ly/38z9NKf>
- [2]. Sanz, L, Chiné, M. (S.F). Neumonía y Neumonía recurrente. [PDF]. Disponible: <https://bit.ly/3OHaX77>
- [3]. Alcaide, B. (S. F). Neumonía. [En línea]. Disponible: <https://bit.ly/3MDft4G>
- [4]. Ivarez , A., Hernández O., Brito Y., Sánchez L., Cuevas D (2018). Riesgo de neumonía grave en niños menores de 5 años. Rev haban cienc méd [PDF]. Disponible: <https://bit.ly/3OCguMe>
- [5]. Mayo Clinic. (2021, jul 29). Neumonía, diagnósticos. [En línea]. Disponible: <https://mayoclinic.in/3Fb9lhT>
- [6]. Agudelo, B., Villegas, M., Vásquez, C. (S.F). Neumonía adquirida en la comunidad en niños. [PDF]. Disponible: [10-3\\_neumonia-with-cover-page-v2.pdf \(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net\)](https://bit.ly/3KpQuAx)
- [7]. Garcia, M., Montoya, D. (2011, dic). Errores asociados a errores diagnósticos en radiología. [En línea]. Disponible: <https://bit.ly/3KpQuAx>

- [8]. López, F. (2019, may). Clasificación de imágenes usando redes neuronales convolucionales. [PDF]. Disponible: <https://bit.ly/3MwPVpO>
- [9]. Miranda, J., Espino, J. Cabrera, S. (2015). Utilidad de la escala de predicción diagnóstica de neumonía bacteriana en el manejo de neumonía de los niños. [PDF]. Disponible: <https://bit.ly/3xZCmLH>
- [10] Erguera, R. De los Santos, N. (2018). Evaluación de identificación de signos en radiografía de tórax en estudiantes de medicina. [PDF]. Disponible: <https://bit.ly/3EU6TvQ>
- [11] Gu, M. (2020, enero). Web app for neumony detection. [En línea]. Disponible: <https://bit.ly/3EWKNca>
- [12]. YashShende. (2021, may). Pneumonia\_Detection. [En línea]. Disponible: <https://bit.ly/3vopCMQ>
- [13]. Chest X-ray classification. [App]. Disponible: <https://bit.ly/37REdr9>
- [14]. Microsoft Azure. (S.F). ¿Qué es azure?. [En línea]. Disponible: <https://bit.ly/38wsaQ6>
- [15]. Graph Everywhere. (S.F). Machine Learning en python. [En línea]. Disponible: <https://bit.ly/3MwQhg8>



## 8. Alumnos y Directores

*Diana Paola De la Cruz Sierra.*- Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta:2019630005, Tel. 5591088661, email: ddelacruz1800@alumno.ipn.mx

Firma: \_\_\_\_\_

*David Tzintzun Gonzalez.*- Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630260, Tel. 5580205684, email: dtzintzung1500@alumno.ipn.mx

Firma: \_\_\_\_\_

*Jonathan Jesús Villalobos Aceves.*- Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630264, Tel. 5518623542, email: jvillalobosa1500@alumno.ipn.mx

Firma: \_\_\_\_\_

### Directores

*Dr. Benjamín Luna Benoso.* Licenciatura en Física y Matemáticas por la ESFM del IPN. Maestría y Doctorado en Ciencias de la Computación por el CIC del IPN. Actualmente profesor de la ESCOM. Áreas de Interés: Reconocimiento de patrones, análisis de imágenes, autómatas celulares, blunab@ipn.mx .

Firma: \_\_\_\_\_

*Dra. Lorena Chavarría Báez.* Ingeniería en Sistemas Computacionales por la Escuela Superior de Cómputo. Maestría y Doctorado en Ingeniería Eléctrica opción Computación por el CINVESTAV-IPN. Profesora de la ESCOM. Áreas de interés: bases de datos, sistemas de información, lchavarría@ipn.mx .

Firma: \_\_\_\_\_

CARÁCTER: Confidencial FUNDAMENTO LEGAL:  
Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117  
de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la  
Información Pública. PARTES CONFIDENCIALES:  
Número de boleta y teléfono

Anexo 1 CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): De la Cruz Sierra Diana Paola TT No.:

TT No.:

Título del TT: Aplicación web para la detección de neumonía en niños de uno a cinco años mediante redes neuronales convolucionales en radiografías del tórax.

[illegible]



Anexo 2 CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Tzintzun Gonzalez David

TT No.:

Título del TT: Aplicación web para la detección de neumonía en niños de uno a cinco años mediante redes neuronales convolucionales en radiografías del tórax.

[illegible]

## TT No.:

Título del TT: Aplicación web para la detección de neumonía en niños de uno a cinco años mediante redes neuronales convolucionales en radiografías del tórax.

[illegible]