



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INFORMATICA, CIENCIAS DE LA  
COMPUTACION E INNOVACION TECNOLOGICA**

**CARRERA DE INGENIERIA DE SOFTWARE**

**SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA WEB PARA DETECCIÓN DE COVID-19 EN  
RADIOGRAFÍAS DE TÓRAX.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE  
SOFTWARE**

**AUTORES: LUIS DAVID CLAVIJO SANTACRUZ**

**CARLOS EDUARDO SORIA PEÑA**

**DIRECTOR: ING. ANDRES SEBASTIAN QUEVEDO SACOTO**

**CUENCA - ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INFORMATICA, CIENCIAS DE LA  
COMPUTACION E INNOVACION TECNOLOGICA**

**CARRERA DE INGENIERIA DE SOFTWARE**

**SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA WEB PARA DETECCIÓN DE COVID-19 EN  
RADIOGRAFÍAS DE TÓRAX**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO DE SOFTWARE**

**AUTORES: LUIS DAVID CLAVIJO SANTACRUZ**

**CARLOS EDUARDO SORIA PEÑA**

**DIRECTOR: ING. ANDRES SEBASTIAN QUEVEDO SACOTO**

**CUENCA - ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

### Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Luis David Clavijo Santacruz portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0105630388, Carlos Eduardo Soria Peña portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0105885537. Declaramos ser los autores de la obra: “Sistema de información en la web para detección de COVID-19 en radiografías de tórax”, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos 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. Declaramos finalmente que nuestra 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 nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 19 de septiembre de 2022

F: 

Luis David Clavijo Santacruz

C.I. 0105630388

F: 

Carlos Eduardo Soria Peña

C.I. 0105885537

## CERTIFICATION DEL TUTOR

### CERTIFICO

Certifico que el presente Trabajo de Investigación fue desarrollado por CARLOS EDUARDO SORIA PEÑA Y LUIS DAVID CLAVIJO SANTACRUZ, con el tema SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA WEB PARA DETECCIÓN DE COVID-19 EN RADIOGRAFÍAS DE TÓRAX, bajo mi supervisión.



Andrés Sebastián Quevedo Sacoto

Tutor

## **Resumen**

En la última década el crecimiento de la tecnología ha ido avanzando a pasos agigantados, gran parte de estas tecnologías han sido llevadas al ámbito de la medicina ayudando y manteniendo controladas enfermedades potencialmente contagiosas como el COVID, es por esto que con la ayuda de la inteligencia artificial se ha logrado predecir diagnósticos basado en radiografías de tórax. La presente investigación se basa en la implementación de un sistema de información web, que se conecta a un servidor de predicción IA, el mismo que analizara la presencia o ausencia de COVID por medio del envío de radiografías digitalizadas.

Este sistema está elaborado bajo el marco de trabajo ágil SCRUM y está diseñado de forma amigable para que cualquier usuario pueda usarlo sin mayores complicaciones, además implementa seguridades que brinda Springboot para garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos. Los resultados de la investigación fueron satisfactorios con una proyección del 85% como una aprobación total de la funcionalidad y el contenido visualizado, mientras que el 15% restante de los usuarios que testearon el sistema tuvieron complicaciones, sin embargo, recibimos el Feedback necesario para mejorar la experiencia con la interfaz.

**Palabras clave:** software; IA, Information System; Covid-19.

## **Abstract**

In the last decade, the increase of the technology has been advanced in a gigantic steps, much of these technologies have been taken in to the medicine world, helping and keeping dangerous diseases like COVID under control. That's why that with the help of the artificial intelligence, we can predict dignostics based in torax x-rays. This research is based on the implementation of a web information system, which connects to an AI prediction server, which analyzes the presence or absence of COVID by sending digitized radiographs.

This system is elavorated under the agile SCRUM framework and is designed in a friendly way so that any user can use it without major complications, also implements security provided by springboot to guarantee confydentiality, integrity and availability in data. The results of the research were satisfactory with a proyection of 85% percent as a total approval of the functionality and the content displayed, while the rest 15% of the users who tested the system had problems, nevertheless, we received the feedback necessary to improve the interface experience.

**Keywords:** software; AI, information system; COVID-19.

TITULO EN ESPAÑOL E INGLES

Sistema de Información en la web para detección de COVID-19 en Radiografías  
de tórax

Web-based information system for COVID-19 detection in chest  
Xraysdisabilities

## INDICE

DECLARATORIA DE AUTORIA Y RESPONSABILIDAD .....	I
CERTIFICATION DEL TUTOR .....	II
RESUMEN .....	III
PALABRAS CLAVE .....	III
ABSTRACT .....	IV
KEYWORDS .....	IV
TITULO EN ESPAÑOL E INGLES .....	V
INDICE .....	VI
INTRODUCCIÓN .....	1
ESTADO DEL ARTE .....	2
METODOLOGÍA. ....	3
RESULTADOS .....	8
DISCUSIÓN .....	9
CONCLUSIONES .....	10
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	10
ANEXOS .....	13

## **Introducción**

La aparición del COVID-19 es la peor pandemia a la que el ser humano de este siglo se ha enfrentado debida a su rápida propagación, además del incremento de muertes e infecciones respiratorias, sumado a ello el impacto que provoca en la economía, esto incitó que diversos campos se enfoquen de manera rápida y prioritaria en la búsqueda de soluciones, intentando explorar comprender y elaborar enfoques novedosos de diagnóstico para disminuir la amenaza a futuras y actuales generaciones (Lau et al., 2005).

En las etapas preliminares es crucial que se otorgue una predicción específica para que el paciente se mantenga en cuarentena, previniendo el contagio y evitando la saturación de las unidades médicas de salud pública. Los estudios radiológicos computarizados de tórax son necesarias para evaluar diversos cambios en el cuerpo y la causa/gravedad de la neumonía pulmonar. Esto genera una carga formidable para el personal médico y consume una gran cantidad de tiempo al predecir los patrones de consolidación de la COVID-19 (Ai et al., 2020a).

La inteligencia artificial es una de las herramientas disponibles más influyentes en área de diagnóstico, predicción y detección de enfermedades (Albalawi & Mustafa, 2022). Por otra parte, los sistemas de información en la web facilitan la ejecución y procesamiento de un gran número de datos, ya sea que estos sean manuales o digitalizados satisfaciendo diferentes necesidades con un fin específico, en este caso en el campo de la medicina almacenado y procesando los datos para una toma de decisiones eficaz.(Rodríguez Perojo & Ronda León, 2006)

En relación a lo expuesto anteriormente, se elaboró un sistema de información en la web que permite automatizar el proceso de detección de la enfermedad COVID-19 en radiografías de tórax, utilizando Redes Neuronales Convolucionales profundas e imágenes de radiografías de tórax, que determina las afecciones presentes en las radiografías por COVID 19. La aplicación contiene micro servicios que establecen la conexión del back-end con el front-end y realiza las peticiones requeridas como registro, inicio de sesión, envío de la radiografía para el análisis y almacenamiento de resultados.

Este trabajo está organizado de la siguiente manera: la sección II, se refiere a trabajo sobre sistemas de información para detección de enfermedades con inteligencia artificial, la sección III, discute

la arquitectura y métodos utilizados en esta investigación; sección IV, expone la discusiones y resultados; y en la sección V, se presentan las conclusiones obtenidas del presente trabajo.

### Estado del arte

En el año 2020 la OMS a través de World Health Organization indicó que una infección altamente contagiosa causada por una familia de virus denominada coronaviridea que afecta principalmente al sistema respiratorio se convirtió en pandemia, generando problemas a nivel global. Según la OIT Países Andinos, (2021) La emergencia sanitaria suscitada por la Covid 19 en Ecuador, encontró un sistema de salud fragmentado y segmentado, con escasos recursos públicos destinados a la salud, además de condiciones económicas poco favorables generando una presión igual o mayor que en otros países de la región. Según gran parte de la población es asintomática, sin embargo, otros pacientes presentan síntomas difíciles de distinguir, entre ellas se destacan gripe grave y neumonía, y su detección exige un costo elevado, además del tiempo empleado en las pruebas de laboratorio(Struyf et al., 2020).

Para Ai et al., (2020) Las imágenes de Rx y TAC son técnicas no invasivas y efectivas usadas para el diagnóstico de COVID 19, sin embargo, dichos estudios requieren la interpretación de un profesional especializado. A su vez Harmon et al., en su artículo denominado « Inteligencia artificial para la detección de neumonía por COVID-19 en TC de tórax utilizando conjuntos de datos multinacionales » 2020 demuestra la viabilidad de la Inteligencia Artificial para la detección de la infección por COVID-19, e incluso la diferenciación de la neumonía adquirida en la comunidad al haber desarrollado un y evaluado un algoritmo de IA para la detección de COVID-19 en la TC de tórax utilizando datos de un conjunto de datos multiinstitucional globalmente diverso. Finalmente demuestra que estos modelos IA logran una precisión de hasta el 90% en poblaciones de pruebas independientes, manteniendo una alta especificidad en neumonías no relacionadas con COVID-19 y demostrando suficiente generalización a poblaciones y reduciendo la necesidad de un especialista para la interpretación de TC.

Para Fernandez, en el artículo «Papel de los sistemas de información y la salud electrónica en la pandemia de covid-19. Una llamada a la acción» (2021); detalla que el uso de las tics en el ámbito de la medicina ayuda a poder predecir de una forma más rápida y precisa COVID-19, tomando un papel relevante en los diferentes Sistemas de Salud Publica en el mundo, teniendo un papel

importante una coordinación entre las dos partes en cuanto a la interoperabilidad de la información. En cambio Bermejo et al., en su artículo «Contribuciones de la epidemiología, la modelación y los sistemas de información en el enfrentamiento de la COVID-19» (2022) menciona que, los sistemas de información en cuanto a datos obtenidos por el contexto de COVID-19 sirven para la toma de decisiones correctas en diversos contextos de análisis para el gobierno y el ministerio de salud pública.

Según Plazzotta et al., en el artículo «Sistemas de Información en Salud: Integrando datos clínicos en diferentes escenarios y usuarios» (2015) el desafío de las Tics en el ámbito de la medicina ha sido de menos a más, evolucionando hasta lograr el objetivo de mejorar y optimizar procesos en diferentes etapas, teniendo la infraestructura adecuada para ese entorno tecnológico y brindando una experiencia satisfactoria tanto al personal de salud como al paciente. En cambio Canela-Soler et al., en su artículo denominado «Sistemas de Información en Salud e indicadores de salud: una perspectiva integradora» (2010) detalla que el principal objetivo de los sistemas de información es organizar todo lo referente a la información de la salud en un repositorio fácil, comprensible y seguro para poder ayudar a tomar decisiones.

Cabañas et al., en su artículo titulado «Informática en Medicina de Urgencias y Emergencias: Gestión de la información y aplicaciones en el siglo XXI» (2009), menciona que los registros de un Centro de Salud como exámenes, recetas, antecedentes clínicos, etc, deben ser registrados en una base de datos, existiendo la cooperación continua de todos los departamentos del centro de salud para que esa información sea clave en la actualización de estos sistemas de información.

### Metodología.

La presente investigación estuvo basada mediante un enfoque descriptivo mixto (cuantitativo - cualitativo), la investigación descriptiva nos ayudó a comprender la problemática, sirviéndonos como guía para el desarrollo del sistema de información en la web; la investigación cualitativa se realizó para comprobar el nivel de satisfacción de los usuarios al usar la aplicación.

Todo este proyecto se llevo a cabo trabajando bajo la metodología ágil SCRUM ya que, a diferencia de las metodologías tradicionales, esta nos permite mantener un enfoque más flexible en cuanto a la planificación se refiere debido a que se basa en la adaptabilidad y mejora continua(Hernandez et al., 2019).

Según Estrada-Velasco et al., en su artículo «Revisión Sistemática de la Metodología Scrum para el Desarrollo de Software» (2021) asegura que varios autores al usar SCRUM para el desarrollo de software logran conseguir un entorno controlado con características ágiles.

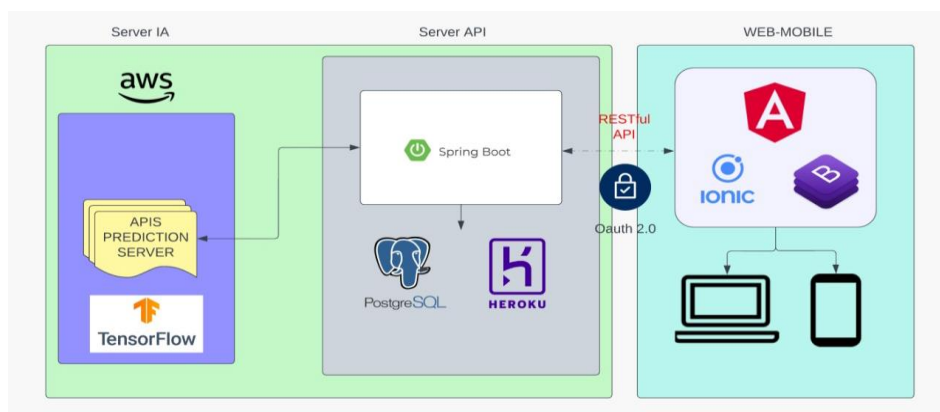
Nos manejamos con entregas parciales divididas en 4 sprints priorizando las funcionalidades esenciales para culminar el proyecto a tiempo, también se iba realizando una versión beta a medida que se iba desarrollando el sistema para verificar las si las funcionalidades y el diseño implementado era el adecuado.

## Arquitectura

Este proyecto se realizó utilizando una arquitectura cliente-servidor, este aplicativo es web por lo que la comunicación será mediante http usándolo en Web como en Mobile, con una comunicación bidireccional ya que se comunica con varios clientes a la vez, en la función principal del sistema el cliente hará la petición de diversos recursos, siendo el más importante la imagen de predicción y el texto del resultado de la detección de COVID-19. (MARTÍNEZ, 2019).

A diferencia del resto de arquitecturas como por ejemplo en peer to peer no existe un servidor fijo, todos sus componentes funcionan como pares, pueden actuar de cliente, servidor o ambos, cambian su rol dinámicamente con el pasar del tiempo teniendo siempre su conexión activa(Muñoz Redondo, 2021).

El principal beneficio que brinda esta arquitectura es un sistema multiusuario, es decir, que se puede acceder a través de diferentes dispositivos a la vez considerándose como la arquitectura más adecuada, es indispensable que el servidor esté activo para poder realizar las diferentes peticiones y consultas ya que de no estarlo no se podrá realizar la predicción.



**Figura 1.** Arquitectura del sistema.

## Usuarios del Sistema de Información Web

Existe dos tipos de usuario en el sistema que se detallan a continuación:

- **Administrador:** Este usuario tiene todos los privilegios del sistema es decir puede utilizar el sistema de predicción de COVID-19, como dar la autorización de cada usuario registrado para que su estado sea activo o inactivo.
- **Normal:** Este usuario podrá utilizar el sistema siempre y cuando se registre y el administrador se lo permita dándole acceso al mismo cambiando su estado inactivo a activo, es ahí cuando para utilizar la funcionalidad principal de detección de COVID-19.

## Equipo de trabajo

Para todo el proyecto de desarrollo se confirmó un equipo de 3 personas como se puede observar en la tabla 1

<b>Personas</b>	<b>Personas</b>
<b>Técnico 1</b>	Scrum master
<b>Técnico 2</b>	Development Team
<b>Técnico 3</b>	Development Team

**Tabla 1.** Equipo de trabajo y asignación de roles.

## Pruebas

En esta etapa se realiza las pruebas End to End con Cypress de funcionalidad del sistema en todas sus páginas con el objetivo de su correcto funcionamiento tanto de peticiones al servidor como lo son imágenes, usuarios, roles, estado de cada usuario, correcto ingreso a la plataforma, el diagnostico final de la radiografía todo esto de forma visual en los diferentes navegadores que vienen incluido en este frameworks de testeo (Sánchez Ariña, 2021).

## Restricciones de desarrollo

- Se necesita de un dispositivo con conexión a internet ya sea web o mobile para poder operar el sistema de información web
- El sistema estará disponible en la nube desplegado en GitHub pages. El uso del sistema de información brindara la ubicación del usuario del registro precisamente siendo la latitud y altitud.

- El uso del sistema de información brindara la ubicación del usuario del registro precisamente siendo la latitud y altitud.

## **Consideraciones**

- El usuario del sistema debe tener los conocimientos de informática básica como mínimo para hacer uso de el mismo
- El usuario del sistema debe tener los conocimientos de un dispositivo inteligente básico como mínimo para hacer uso de el mismo en mobile.

## **Backend**

La construcción de este aplicativo de software está basado en el paradigma del modelamiento basado en el domino, el cual nos permitió tener una mayor flexibilidad en el sistema, permitiendo de esta manera su mantenibilidad más fácil. En cuanto al desarrollo hemos optado por un estilo de programación orientado a objetos, ya que nos permite reutilizar el código y crear sistemas más complejos. En la programación usamos clases, interfaces, servicios y métodos para llamar e interconectarse con el front-end y el servidor IA (Almarales-Sarasola et al., 2019).

La lógica de este sistema se basa en la creación de un usuario, el cual por defecto estará desactivado hasta que el administrador del aplicativo active su cuenta, una vez activado el usuario deberá acceder al login e introducir sus credenciales, si las credenciales son correctas se generara y validara un token que permitirá el acceso a la aplicación. Estando dentro de la aplicación el usuario podrá seleccionar una imagen para posteriormente enviarla al servidor. Durante este proceso el back-end recibe la imagen del front en una variable archivo, cabe resaltar que recibe la imagen en formato base 64, para poder realizar el envío al servidor y posteriormente recibir el resultado de la radiografía resaltando los puntos de afección en caso de tenerlos, además envía un resultado explicando si posee COVID o no. Luego devuelve el resultado analizado por la IA al front-end y puede almacenarlo con su respectiva fecha, usuario y resultados obtenidos.

Este back-end está diseñado y usado como middleware ya que se implementó con el objetivo de realizar una transferencia segura de la información, salvaguardando la confidencialidad e integridad de la misma mediante el uso de Spring Security, este otorga una amplia variedad de protocolos y estándares para controlar el acceso y garantizar la seguridad del aplicativo (Nguyen & Baker, 2019).

La seguridad de esta aplicativo está dividida en:

- Seguridad interna que contine credenciales (usuario y contraseña) para poder realizar la conexión correcta entre front- end y back-end, para posteriormente poder realizar el consumo de apis.
- Control de acceso con ayuda del estándar OAuth 2.0 que nos permitió la administración de identidad y acceso, con el fin de otorgar autorizaciones a los usuarios a través de la creación y validación de un token, la concesión de código de autorización es generada por Jason Web Token (JWT) para el acceso directo. Además, se creó una restricción para el consumo de Apis según el rol que posea el usuario(Escuela de Ingeniería de la Información y la Comunicación Liu Yao, 2017).

Toda la programación se realizó en la plataforma eclipse ya que gracias a que está diseñado en un workspace se pudo incluir plugins, como Spring tools el mismo que nos permitió desarrollar de forma más rápida y eficaz, a la vez que nos permitía hacer cambios y ver el compilado rápidamente, sin necesidad de detener el programa para compilarlo nuevamente y ver los cambios realizados.

Con ayuda de Postman logramos realizar las pruebas correspondientes de cada api para verificar su funcionalidad y las distintas restricciones mencionadas anteriormente.

Una vez finalizado el programa procedimos a subirlo a Heroku, este genera los subprocesos necesarios para un correcto funcionamiento del back-end en línea, a la vez que brinda un alojamiento gratuito en una base de datos postgres que está almacenada en los servidores de Amazon Web Services (Canales, 2022).

## **Frontend**

El diseño frontend se basó en el uso de frameworks, específicamente Ionic y Bootstrap, que brindan componentes orientados a la interfaz de usuario en el desarrollo web y Mobile (Gonzalo et al., 2018). A su vez consume un Api-REST desde Angular con ello se creó una aplicación web escalable con diversos componentes y funciones como: enrutamiento, cliente-servidor, entre otros (Zuñiga & Ramon, 2020).

Se realizó un splash screen al iniciar la aplicación web para luego mostrar la pantalla de inicio que da la bienvenida y seguidamente muestra opciones que permiten el inicio de sesión con los campos email y password. En caso de no contar con un usuario registrado debe ir al apartado de registro en el cual ingresará datos como: cédula, nombre, apellidos, institución, dirección, teléfono, email, password. Una vez registrado iniciará sesión para acceder al sistema, al hacerlo aparecerá home y la opción seleccionar imagen de radiografía de tórax, posteriormente deberá dar clic en el botón predecir y proporcionará el resultado con la imagen de radiografía de tórax.

Como una previsualización más detallada se realizó un apartado a mejor escala de las imágenes de la ingresada al server y la obtenida por la predicción, para una mejor experiencia visual por parte del usuario final.

Es importante destacar que conforme se iba realizando el Backend y Frontend se realizaba un versionamiento de cada avance en la plataforma GitHub, permitiéndonos tener un versionado de todas las funcionalidades desarrolladas progresivamente y volver a una versión más reciente en caso de ser necesario (Astigarraga & Cruz-Alonso, 2022).

## Aplicativo

A continuación, se presenta las diferentes interfaces con las que cuenta el sistema

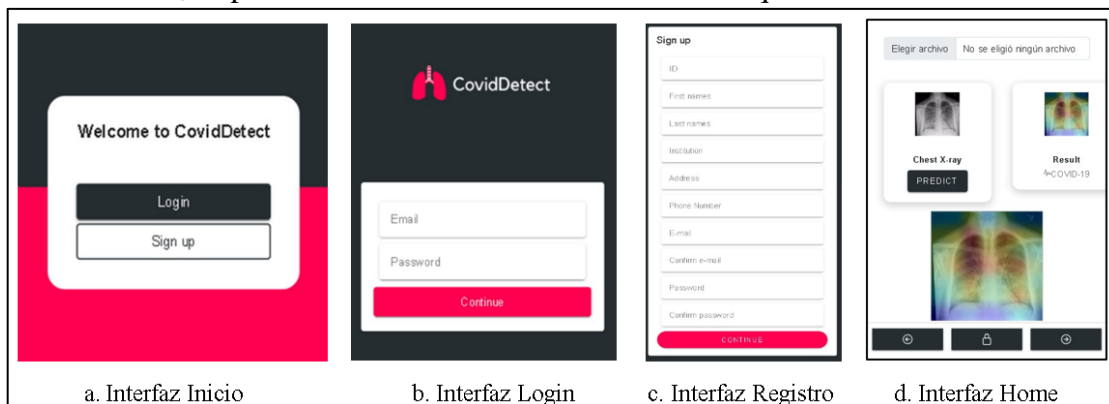


Figura 2

Interfaces del aplicativo.

## Resultados

A continuación, se presente los resultados de las pruebas del sistema en cuanto a experiencia del usuario, que valida la organización de la información y sus componentes como botones e imágenes, al igual que la navegación en sus plataformas disponibles Web- Mobile con relación a la apariencia y la predicción de COVID-19.

Con la relación a la distribución de los botones se puede apreciar que el 85% se encuentra conforme, desde otra perspectiva en cuanto a la organización de los demás elementos el personal encuestado asumió una postura imparcial.

En cuanto al funcionamiento del sistema se aprecia que el 70% da a conocer que es de fácil manejo, el 70% se encuentra interesado y conforme con el resultado y análisis de la radiografía de tórax, es decir, la predicción de si existe o no COVID-19. Con respecto a la ubicación de todos los componentes y la información recolectada de la beta, la mayoría admite con total consentimiento que diversos aspectos como colores e íconos del sistema son adecuados, siendo favorable para las personas interesadas en el área de la salud, facilitando la toma de decisiones mediante el uso de este sistema.

## Discusión

Sanmartin & Douglas, en su artículo «Desarrollo de una aplicación móvil, para el reconocimiento de COVID-19 en imágenes de radiografía de tórax» (2020) expone el entrenamiento de una red neuronal en la aplicación Firebase, basándose en un data set de radiografías almacenado en GitHub, y a la vez propone el desarrollo de una app móvil con HTML puro. A diferencia de este gran proyecto realizamos un sistema de información que se conecta a una IA entrenada con datasets obtenidas del BIMCV (El Banco de Imágenes Médicas de la Comunidad Valenciana) un repositorio alineado a avances tecnológico; fue elaborado con el objetivo de mantener la integridad y confidencialidad de todos los datos, a la vez que se diseño una interfaz amigable en la cual los usuarios que lo testaron dieron su aprobación satisfactoria sobre el desempeño de las funcionalidades y el diseño. Es importante resaltar que todos los resultados analizados se guardaran en una base de datos automáticamente una vez se analicen.

Según Palacios De La Cruz & Ayleen Dayana, en el artículo «Implementación de una aplicación web para el reconocimiento de patrones de diagnóstico del COVID- 19 en rayos x mediante una red neuronal convolucional para la universidad técnica de Cotopaxi extensión la maná.» (2021) el frontend en función a una experiencia de usuario es aceptable y básica dejando a un lado al usuario final y se prioriza la función principal de la predicción de COVID- 19. Por otra parte, destacamos el desarrollo del código fuente en una buena correlación con el usuario equitativa en funcionalidad y la experiencia del usuario en relación al aspecto del sistema de información, es decir no solo

priorizar la función principal si no cada uno de sus componentes dando así una garantía visual y funcional en sus plataformas disponibles web y mobile.

## Conclusiones

Como resultado de esta investigación se lograron los siguientes aportes:

- El desarrollo un sistema de información en la web y para móvil, el mismo que permite un fácil manejo a la vez que procesa los análisis de forma eficaz, ahorrando costes y tiempo para emitir un diagnóstico.
- Toda persona interesada en el ámbito de la salud no necesariamente radiólogos puede hacer uso de este sistema y tener una comprensión clara de las diversas radiografías en relación al análisis positivo o negativo de los resultados.
- Este sistema cuenta con protocolos de seguridad para evitar la filtración de datos sensibles, asegurando un canal de confianza entre el usuario y el servidor de la inteligencia artificial.
- Una vez finalizado el desarrollo del sistema se realizó una última prueba en la que los usuarios finales indicaron un gran nivel de satisfacción con cada componente que cuenta el sistema, así mismo con todas las interfaces que cuenta, obteniendo así una favorable acogida para su uso.

## Referencias bibliográficas

1. Ai, T., Yang, Z., Hou, H., Zhan, C., Chen, C., Lv, W., Tao, Q., Sun, Z., & Xia, L. (2020a). Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology*, 296(2), E32–E40. <https://doi.org/10.1148/RADIOL.2020200642>
2. Ai, T., Yang, Z., Hou, H., Zhan, C., Chen, C., Lv, W., Tao, Q., Sun, Z., & Xia, L. (2020b). Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology*, 296(2), E32–E40. <https://doi.org/10.1148/RADIOL.2020200642>
3. Albalawi, U., & Mustafa, M. (2022). Current Artificial Intelligence (AI) Techniques, Challenges, and Approaches in Controlling and Fighting COVID-19: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10). <https://doi.org/10.3390/IJERPH19105901>
4. Almarales-Sarasola, M., Goire-Castilla, M. M., & García-Fernández, O. (2019). Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la enseñanza de la Programación Orientada a Objetos. *Maestro y Sociedad*, 16(3), 620–631. <https://maestrosociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/4989>
5. Astigarraga, J., & Cruz-Alonso, V. (2022). ¿Se puede entender cómo funcionan Git y GitHub? *Ecosistemas*, 31(1), 2332–2332. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2332>
6. Bermejo, P. M., Valdés, L. S., Ledo, M. V., Jo, A. S., Cruz, Y. A., Rodríguez, N. P., Díaz, R. G., Baldoquin, W., Lezca, W. M., Ugalde, I. A. A., Noa, R. R., & Castellano, A. L. (2022).

- Contribuciones de la epidemiología, la modelación y los sistemas de información en el enfrentamiento de la COVID-19. *Anales de La Academia de Ciencias de Cuba*, 12(3), 1221. <http://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/1221/1531>
7. Cabañas, J. G., Scholer, M., & Tintinalli, J. (2009). Informática en Medicina de Urgencias y Emergencias: gestión de la información y aplicaciones en el siglo XXI. *Emergencias: Revista de La Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias*, ISSN 1137-6821, Vol. 21, N°. 5, 2009, Págs. 354-361, 21(5), 354–361. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3066385&info=resumen&idioma=ENG>
  8. Canales, S. (2022). *Generalizing: plataforma web para estimular la creatividad heroku*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/59422>
  9. Canela-Soler, J., Elvira-Martínez, D., Labordena-Barceló, M. J., & Loyola-Elizondo, E. (2010). Sistemas de Información en Salud e indicadores de salud: una perspectiva integradora. *Medicina Clínica*, 134(SUPPL. 1), 3–9. [https://doi.org/10.1016/S0025-7753\(10\)70002-6](https://doi.org/10.1016/S0025-7753(10)70002-6)
  10. Escuela de Ingeniería de la Información y la Comunicación Liu Yao. (2017). *Marco de autorización de terceros basado en Spring y OAuth2.0*. 27(3), 167–170.
  11. Estrada-Velasco, V., Núñez-Villacis, A., & Cunuhay-Cuchiye, C. (2021). Revisión Sistemática de la Metodología Scrum para el Desarrollo de Software. *Dominio de Las Ciencias*, 7(4), 434–447. <https://doi.org/10.23857/DC.V7I4.2429>
  12. Fernandez, M. (2021). Papel de los sistemas de información y la salud electrónica en la pandemia de COVID-19. Una llamada a la acción. *Revista Española de Salud Pública*, 95(1), e1–e15. <https://medes.com/publication/160175>
  13. Gonzalo, L., Madera, Y., & -Ecuador, I. (2018). *Estudio del framework IONIC 2 para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8285>
  14. Harmon, S. A., Sanford, T. H., Xu, S., Turkbey, E. B., Roth, H., Xu, Z., Yang, D., Myronenko, A., Anderson, V., Amalou, A., Blain, M., Kassin, M., Long, D., Varble, N., Walker, S. M., Bagci, U., Ierardi, A. M., Stellato, E., Plensich, G. G., ... Turkbey, B. (2020). Artificial intelligence for the detection of COVID-19 pneumonia on chest CT using multinational datasets. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/S41467-020-17971-2>
  15. Hernandez, G., Alexander, A., Navarro, M., Andres, R., & Toledo, J. (2019). *Scrum y Peopleware: elementos clave para la gestión en la construcción de software*. <https://www.researchgate.net/publication/338019691>
  16. Lau, J. T. F., Yang, X., Pang, E., Tsui, H. Y., Wong, E., & Yun, K. W. (2005). SARS-related perceptions in Hong Kong. *Emerging Infectious Diseases*, 11(3), 417–424. <https://doi.org/10.3201/EID1103.040675>
  17. MARTÍNEZ, J. (2019). *MANUAL DE PRACTICAS DE PROGRAMACIÓN EN AMBIENTE CLIENTE SERVIDOR*. <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/3795/1/Programaci%C3%B3nAmbienteClienteServidorInicio.pdf>
  18. Muñoz Redondo, J. (2021). *Redes P2P Multiprotocolo*.
  19. Nguyen, Q., & Baker, O. (2019). Applying Spring Security Framework and OAuth2 To Protect Microservice Architecture API. *Journal of Software*, 257–264. <https://doi.org/10.17706/JSW.14.6.257-264>
  20. OIT Países Andinos. (2021). *El sistema de salud ecuatoriano y la COVID-19 \* OIT Países Andinos Nota informativa Introducción*.
  21. Palacios De La Cruz, M. B., & Ayleen Dayana, T. P. (2021). *Implementación de una aplicación web para el reconocimiento de patrones de diagnóstico del Covid 19 en rayos X mediante una*

- red neuronal convolucional para la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.*  
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8217>
22. Plazzotta, F., Luna, D., & González, F. (2015). *Sistemas de Información en Salud: Integrando datos clínicos en diferentes escenarios y usuarios.*  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342015000200020&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342015000200020&script=sci_arttext&tlng=pt)
  23. Rodríguez Perojo, K., & Ronda León, R. (2006). El web como sistema de información. *ACIMED*, 14(1), 0–0. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352006000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352006000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  24. Sánchez Ariña, C. (2021). *Implementación de un protocolo para la automatización de pruebas por medio del framework Cypress para desarrollos de software en Agile Devops - KPMG Colombia.* Universidad del Magdalena.  
<http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/7084>
  25. Sanmartin, Q., & Douglas, N. (2020). *DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL, PARA EL RECONOCIMIENTO DE COVID 19 EN IMÁGENES DE RADIOGRAFÍA DE TÓRAX.*
  26. Struyf, T., Deeks, J. J., Dinnes, J., Takwoingi, Y., Davenport, C., Leeftang, M. M. G., Spijker, R., Hooft, L., Emperador, D., Dittrich, S., Domen, J., Horn, S. R. A., & van den Bruel, A. (2020). Signs and symptoms to determine if a patient presenting in primary care or hospital outpatient settings has COVID-19 disease. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020(7).  
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD013665>
  27. World Health Organization. (2022). *Coronavirus Disease (COVID-19) Situation Reports.*  
<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>
  28. Zuñiga, V., & Ramon. (2020). *Desarrollo de aplicaciones web utilizando Angular como framework.*

## ANEXOS

**Luis David Clavijo Santacruz** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105630388**, **Carlos Eduardo Soria Peña** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105885537**. En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Sistema de información en la web para detección de COVID-19 en radiografías de tórax”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos 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. Autorizamos 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, **19 de septiembre de 2022**

F: 

**Luis David Clavijo Santacruz**

C.I. **0105630388**

F: 

**Carlos Eduardo Soria Peña**

C.I. **0105885537**

Cuenca, 19 de septiembre del 2022

**Asunto:** Embargo Temporal del Trabajo de Titulación

Señor,

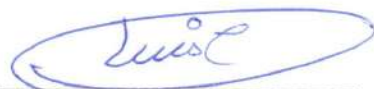
**Ing. Leopoldo Pauta Ayabaca, Mgs.,**  
**Decano de la Unidad Académica de Informática, Ciencias de la Computación, e Innovación**  
**Tecnológica,**  
Cuenca.

De mi consideración:

Señor Decano, Luis David Clavijo Santacruz y Carlos Eduardo Soria Peña como autores del Trabajo de Titulación **"Sistema de información en la web para detección de COVID-19 en radiografías de tórax"** y el Ing. Sebastián Quevedo como director de la misma, solicitamos a usted y por su digno intermedio a Biblioteca y al responsable del repositorio institucional, el EMBARGO TEMPORAL del mismo, por un lapso de 6 meses, con la finalidad de evaluar su contenido con fines de: protección por propiedad intelectual; evaluación de artículo científico para publicación en revista dominio de las ciencias, indexada en la base de datos científica Latindex; contener información reservada que será utilizada con fines de estudio. Entiendo que luego de vencido este período automáticamente la obra será puesta a disposición del público bajo las normas de gestión de la Universidad.

Por la atención que sepa dar al presente, nos suscribimos de usted muy agradecidos.

Atentamente,



CI: 0105630388

Autor. Luis David Clavijo Santacruz



CI: 0105885537

Autor. Carlos Eduardo Soria Peña

**C.C.: Biblioteca.**