



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB BASADA EN INTELIGENCIA
ARTIFICIAL PARA LA DETECCIÓN DE CÉLULAS SANAS E
INFECTADAS DE MALARIA**

Autor:
Kevin Feng

Urb. Yuma II, Calle N.º 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Máster) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB BASADA EN INTELIGENCIA
ARTIFICIAL PARA LA DETECCIÓN DE CÉLULAS SANAS E
INFECTADAS DE MALARIA**

**Proyecto de trabajo de Grado presentado para optar al título de
INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

Autor:
Kevin Feng
C.I.V- 27.355.514

Tutor:
Juan Alexander Pérez
C.I.V- 11.520.441

San Diego, Mayo 2022



ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Desarrollo de una aplicación web basada en inteligencia artificial para la detección de células sanas e infectadas de Malaria

Realizado por el (la) Br. Kevin Feng

C.I. N° 27355314 cursante de la carrera de Computación

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Juan Alexander Perez
C.I.: 11520441

Jurado
Nombre: [Signature]
C.I.: [Signature]

Jurado
Nombre: Mayerlin Maldonado
C.I.: 11810356

Fecha: 06/06/22






REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quien suscribe, Juan Alexander Pérez, portador de la cédula de identidad N° 11.520.441, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Kevin Feng, portador de la cédula de identidad N° 27.355.514, titulado **DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB BASADA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA DETECCIÓN DE CÉLULAS SANAS E INFECTADAS DE MALARIA** presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO EN COMPUTACIÓN**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los once días del mes de mayo del año dos mil veinte y dos.



Ing. Juan Alexander Pérez
C.N.I. ° V- 11.520.441



FI C 011 2022-ICR TG

Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadano:
FENG FENG, KEVIN
27.355.514

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2022 de fecha 14/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Desarrollo de una aplicación web basada en inteligencia artificial para la detección de células sanas e infectadas de malaria.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero en Computación.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Juan Alexander Pérez Márquez, titular de la cédula de identidad V-11.520.441



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado

DEDICATORIAS

Este trabajo va dedicado a todas aquellas personas que me apoyaron y me aconsejaron a lo largo de mi formación académica y en especial a mi familia quienes gracias a ellos estoy cumpliendo con uno de mis objetivos que es la culminación de mi carrera universitaria.

Kevin Feng

AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar mi agradecimiento a mi familia por darme la oportunidad y apoyo durante todo este tiempo para lograr concluir mi formación educativa.

De manera especial a nuestro tutor de tesis, por habernos guiado con sus consejos y correcciones, con los que hoy podemos culminar este trabajo. A los profesores que me han ayudado a crecer gracias a sus conocimientos.

A mis compañeros de carrera por todo el apoyo y compañía brindados en el transcurso de la misma.

A la Universidad José Antonio Páez, por haberme brindado el espacio para desarrollarnos como profesionales.

Kevin Feng

ÍNDICE

CONTENIDO	Pg
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.1.1 Formulación del Problema.....	6
1.2 Objetivos de la investigación.....	6
1.2.1 Objetivos General.....	6
1.2.2 Objetivos Específicos.....	6
1.3 Justificación de la investigación.....	6
1.4 Alcance y Limitaciones.....	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases Teóricas.....	11
2.2.1 Teoría General de Sistemas	11
2.2.2 Aplicación Web	12
2.2.3 Inteligencia Artificial	13
2.2.4 Enfermedad.....	14
2.2.5 Malaria.....	16
2.3 Bases Legales.....	17
2.4 Definición de Términos Básicos.....	18
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de Investigación.....	20
3.2 Diseño de la Investigación.....	20
3.3 Nivel de la Investigación.....	21

3.4 Población y Muestra.....	21
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	22
3.6 Validación y Confiabilidad.....	23
3.7 Técnicas de Análisis de Resultados.....	24
3.8 Operacionalización de Variables	24
3.9 Fases de la Investigación	24

IV RESULTADOS

4.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la detección de células sanas e infectadas de malaria.....	28
4.1.1 Elaboración del cuestionario.....	28
4.1.2 Aplicación del cuestionario.....	28
4.2 Fase II: Especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales inherentes al software para el desarrollo de la aplicación web.....	36
4.2.1 Requerimientos funcionales.....	37
4.2.2 Requerimientos no funcionales.....	37
4.3 Fase III: Diseño de una aplicación web basado en inteligencia artificial para la detección de imágenes de células sanas e infectadas de malaria.....	38
4.3.1 Diagrama de flujo.....	38
4.3.2 Diagrama de caso de uso.....	41
4.3.3 Diagrama de navegación.....	41
4.3.4 Diseño de interfaces gráficas	42
4.3.5 Descripción de la arquitectura	43
4.4 Fase IV: Entrenamiento al modelo de la inteligencia artificial para que detecte imágenes de células sanas e infectadas de malaria	44
4.5 Fase V: Realización de pruebas para la verificación del correcto funcionamiento del sistema.....	45
4.5.1 Pruebas de caja negra	45

4.5.2 Pruebas de caja blanca.....	46
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones.....	47
5.2 Recomendaciones.....	48
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	
Anexo A.....	53

ÍNDICES DE TABLAS Y GRÁFICOS

TABLAS	Pg
Tabla 1.....	34
Tabla 2.....	35
Tabla 3.....	35
Tabla 4.....	36
Tabla 5.....	42
Tabla 6.....	43
Tabla 7.....	45
Tabla 8.....	46
GRÁFICOS	Pg
Gráfico 1.....	5
Gráfico 2.....	28
Gráfico 3.....	29
Gráfico 4.....	30
Gráfico 5.....	31
Gráfico 6.....	32
Gráfico 7.....	33
Gráfico 8.....	38
Gráfico 9.....	39
Gráfico 10.....	41
Gráfico 11.....	41
Gráfico 12.....	43



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB BASADA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA DETECCIÓN DE CÉLULAS SANAS E INFECTADAS DE MALARIA

Autor: Kevin Feng

Tutor: Ing. Juan Alexander Pérez

Fecha: Mayo, 2022

RESUMEN

Hoy en día, la malaria azota a los estados orientales y sureños de Venezuela, y debido a una serie de factores la propagación de la malaria no está desacelerando sino lo contrario. La intención de este trabajo es contribuir a los centros médicos venezolanos en el diagnóstico de la enfermedad en pacientes, y por consiguiente reduciría la fuerza laboral mediante el uso de la inteligencia artificial, para ser más específicos, el uso de redes neuronales convolucionales para identificar imágenes de células infectadas de malaria o sanas, es decir, el objetivo general es desarrollar una aplicación web basado en inteligencia artificial para la detección de imágenes de células sanas e infectadas de malaria. Este trabajo es de tipo especial con diseño de investigación de campo estando representada la población por profesionales de la medicina como bioanalistas, médico, enfermeros en Venezuela mientras que la muestra serían los bioanalistas de la clínica IEQ Los Mangos, Carabobo y del laboratorio BioParral C.A. Además, se usarán la observación y encuesta como técnicas de recopilación de datos. Al mismo tiempo, esta investigación está inmersa en la línea de investigación desarrollo de nuevas tecnologías de la información y comunicación.

Palabras Claves: Aplicación web, malaria, inteligencia artificial, redes neuronales.

INTRODUCCIÓN

La malaria ha existido desde la antigüedad y esta epidemia ha sido más propensa de transmitirse en regiones de climas tropicales, siendo Venezuela una de estas regiones. Los venezolanos han tenido que lidiar con esta epidemia desde el inicio de su historia y en el siglo XX han llevado a cabo numerosas campañas para erradicar la enfermedad siendo uno de los líderes en la región sudamericana. Pero en los últimos años se ha reducido la inversión contra esta epidemia y por consecuencia se ha incrementado esta enfermedad en el país principalmente en los estados sureños y orientales ya que éstas tienen más áreas rurales.

Con el avance del tiempo, se han desarrollado mejores tecnologías, tecnologías que no existían antes, y una de estas tecnologías es la inteligencia artificial. El inicio de las investigaciones de inteligencia artificial comenzó en el año 1956 por el matemático británico Alan Turing con un examen llamado Examen de Turing. Desde hace unos años la inteligencia artificial es aplicada en sectores nunca antes vistas como por ejemplo en el campo de la medicina.

Por lo antes expuesto, la intención de este trabajo es contribuir con los centros médicos venezolanos en el diagnóstico de la enfermedad en pacientes, este trabajo aceleraría el diagnóstico y por consiguiente reduciría la fuerza laboral mediante el uso de la inteligencia artificial, para ser más específicos, el uso de redes neuronales convolucionales para identificar imágenes de células infectadas de malaria o sanas.

De esta forma, la presente investigación está compuesta de cuatro capítulos, definidos en orden a continuación:

Capítulo I: El Problema, comprende una de las partes más importantes del trabajo de investigación, se estructura de tres puntos básicos: planteamiento del problema, objetivos y justificación.

Capítulo II: Marco Teórico, menciona antecedentes de la investigación, los cuales presentan trabajos relacionados que son de utilidad como referencia. Abarca asimismo las bases teóricas que tienen que ver con las teorías que brindan al investigador el apoyo inicial dentro del conocimiento del objeto de estudio.

Capítulo III: Marco Metodológico, describe de manera detallada el método utilizado para dar solución al problema planteado. Aquí se incluyen necesariamente los métodos, técnicas y/o procedimientos empleados en el estudio, sustentados con autores.

Capítulo IV: Resultados, describe los resultados obtenidos en la realización del proyecto, especificada fase por fase y en sus respectivas actividades.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones, se llegaron a las conclusiones y se da las recomendaciones que se han definido en la realización de todo el proceso investigativo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El inicio de las investigaciones de inteligencia artificial comenzó en el año 1956, cuando el matemático británico Alan Turing publica un artículo con el título “Computing machinery and intelligence” donde proponía un examen para evaluar la inteligencia de una máquina, llamado hoy en día como Examen de Turing. En la actualidad, según el canadiense Yoshua Bengio, ganador del Premio Turing por su trabajo en aprendizaje profundo, da como fecha de partida de la explosión de la inteligencia artificial el año 2012, cuando se presentaron los primeros productos comerciales que usan dicho concepto, dando paso a una expansión de la inteligencia artificial en sectores nunca antes vistas.

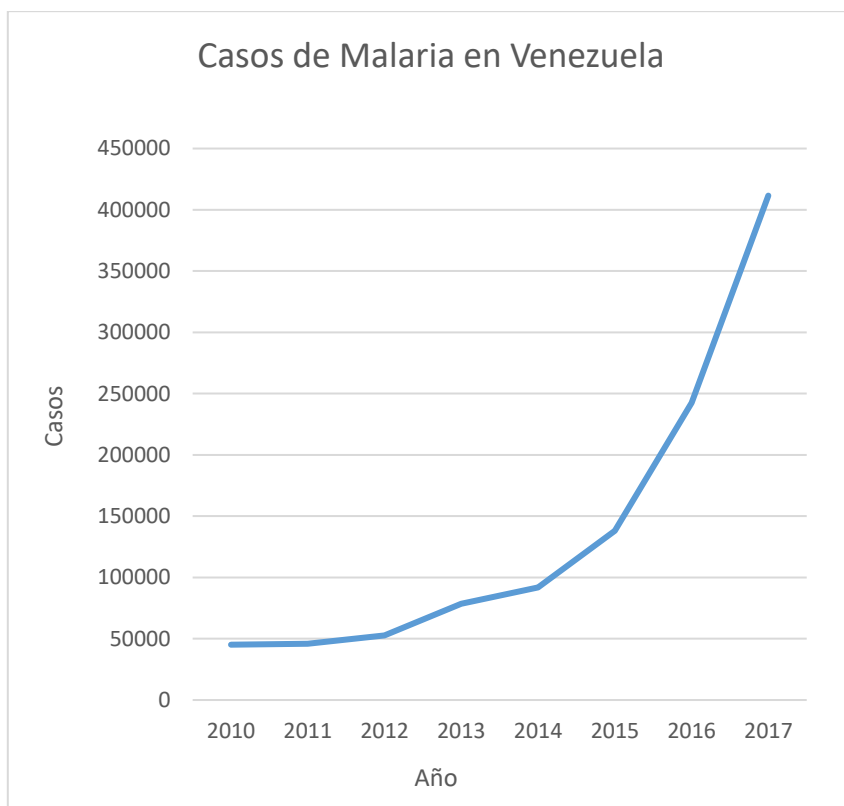
Mientras más avanza la inteligencia artificial, más aportes llegan a otros sectores como en el caso de la medicina, donde la inteligencia artificial mejora la atención de pacientes al acelerar los procesos y lograr una mayor precisión diagnóstica, como ejemplo, se tiene el caso de robots cooperando para la realización de pruebas y análisis de laboratorio en la Hospital Universitario de Copenhague, Gentofte (Dinamarca), donde dos robots usando inteligencia artificial, trabajan moviendo muestras mientras que una cámara con inteligencia artificial revisa dichas muestras y analiza, juntos manipulando alrededor de 3000 muestras diarias. Sobre Venezuela, el gerente de IBM para Suramérica, Jorge Goulu, indicó que Venezuela es el país más atrasado en inteligencia artificial de la región latinoamérica aún comparado con sus países vecinos como Colombia, Brasil, entre otros, significando una nula o poca inversión en la inteligencia artificial en el área de salud y centros médicos.

Asimismo, según el Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal), en Venezuela no sólo se enfrenta al Covid 19 en el área epidemiológica, sino también a la

malaria. La malaria o también llamado paludismo ha sido un problema en Venezuela desde hace siglos, como bien atestigua su marca en la cultura y literatura del país suramericano. Al principio del siglo XX, la malaria era la principal causa de muerte en Venezuela y cuando se creó el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social en 1936, un tercio de la población estaba infectada y morían alrededor de 10.000 personas al año. El Congreso promulgó la Ley de Defensa contra el Paludismo; es la ley vigente más antigua del país. El gobierno le encomendó al doctor Arnoldo Gabaldón la creación del primer servicio nacional antimalárico desde la Dirección Especial de Malariología. A partir de 1945, Gabaldón roció las viviendas de zonas maláricas con dicloro difenil tricloroetano o DDT, un insecticida experimental fabricado en Estados Unidos. La estrategia llevó la transmisión de malaria a mínimos históricos a finales de los cincuenta. En 1961, la Organización Mundial de Salud (OMS) certificó a Venezuela como el primer país en eliminar la malaria en un territorio mayor a 400.000 kilómetros cuadrados, antes que Estados Unidos, Europa y la Unión Soviética.

Venezuela ha sido uno de los países con más liderazgo contra la malaria de la región a lo largo del siglo pasado, pero en los últimos años ha habido un contraste. Se ha incrementado el número de casos en los últimos años debido a la desinversión del Estado venezolano en el programa nacional de malaria que ha pasado de 9 millones de dólares en 2015, año en que los casos comenzaron a incrementarse de forma más dramática, a menos de mil dólares en 2018 según la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Aunque la epidemia de malaria no sea tan preocupante como en la África subsahariana, el informe realizado por la OMS en el 2019, sugiere que Venezuela acumula más de la mitad de los casos y el 73% de las muertes por malaria en el continente americano. El número de casos por cada mil personas en riesgo en el país es ocho veces mayor al de Brasil, el segundo país en la región con la mayor incidencia. De hecho, en 2019, el país se clasificó como la nación más afectada en América Latina, con más de 467.000 casos diagnosticados, sin embargo, en 2020, debido a las

restricciones ocasionadas por la pandemia de COVID-19, hubo una reducción de actividades y movimientos que conllevaron a la reducción de casos de malaria detectados, mostrando 232.000 casos para ese año, pero se estima que los casos vuelvan a subir al remover las restricciones antes mencionadas. Las regiones venezolanas más afectadas son los estados sureños y orientales, siendo los estados Amazonas y Bolívar los más afectados llegando a la cifra de un caso por cada diez personas.



Gráfica 1. Fuente: OMS

Si no se contrarresta esta epidemia, ésta puede extenderse por más regiones de Venezuela, enfermando a más personas, generando más pérdidas humanas, y agravando el estado financiero del país y de las víctimas. Además, al extenderse por el país, también podría extenderse a países vecinos, perjudicando no sólo a dichos países

sino también afectaría el control de la inmigración venezolana a dichos países. Por eso el presente trabajo trata de ayudar a los centros médicos que quieran agilizar el análisis y filtro de células sanas e infectadas de malaria mediante el uso de inteligencia artificial.

1.1.1. Formulación del Problema

¿De qué manera se podría identificar las células sanas e infectadas con malaria?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación web basado en inteligencia artificial para la detección de imágenes de células sanas e infectadas de malaria.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la detección de células sanas e infectadas de malaria.
- Especificar los requerimientos funcionales y no funcionales inherentes al software para el desarrollo de la aplicación web.
- Diseñar una aplicación web basado en inteligencia artificial para la detección de imágenes de células sanas e infectadas de malaria.
- Entrenar el modelo de la inteligencia artificial para que detecte imágenes de células sanas e infectadas de malaria.
- Realizar pruebas para la verificación del correcto funcionamiento del sistema.

1.3. Justificación de la Investigación

Los centros médicos en Venezuela usualmente no tienen inteligencia artificial para agilizar los trabajos que permitan mejorar la atención médica o contribuir a bajar la carga de trabajo y, al mismo tiempo, existe un incremento de los casos de malaria debido a la desinversión por parte del Estado para frenar esta epidemia. Éste trabajo podrá ser utilizado para agilizar los procesos de análisis de malaria y, en tal sentido, bajaría la carga de trabajo de los bioanalistas, doctores, enfermeras ahorrándoles

valioso tiempo. Al agilizar el proceso de detección de malaria en células, ésta permitiría hacer más trabajos en menos tiempo en menos tiempo, logrando ser más eficiente en la lucha contra esta enfermedad que se expande cada vez más. Por lo que desde el punto de vista médico asistencial, la investigación cumple con una labor de apoyo en la lucha contra la enfermedad de la malaria colocando al servicio de las comunidades vulnerables, una solución basada en la tecnología que antes no se había considerado.

Por otra parte, como Venezuela está en un estado preocupante con respecto a la epidemia de la malaria, el presente trabajo podría ayudar significativamente debido a que fácil de manejar y su impacto económico para su utilización es de muy bajo costo. Es por ello que presente trabajo será desarrollado con la finalidad de ayudar a cualquier centro médico que necesite filtrar imágenes de células sanas e infectadas de malaria. Desde el punto de vista académico, los temas de inteligencia artificial para detectar imágenes, desarrollo de una aplicación web, entre otros temas relacionados al trabajo podrá ser usados como antecedente para otras investigaciones o trabajos de la Universidad José Antonio Páez o cualquier universidad. Finalmente, esta investigación está inmersa en la línea de investigación desarrollo de nuevas tecnologías de la información y comunicación de la Universidad José Antonio Páez de la facultad de ingeniería de computación de la escuela de ingeniería.

1.4 Alcance y limitaciones

Una limitación sería el tiempo necesario del autor para realizar este proyecto, se necesita tiempo para redactar este trabajo de grado, tiempo para estudiar más detalles de los requerimientos funcionales y no funcionales utilizados y tiempo para desarrollar y probar el sistema, pero aun así esta limitación no impedirá la realización a tiempo de este proyecto. Por otra parte, el presente proyecto será accesible desde el internet y será diseñado para los centros médicos en Venezuela, si el proyecto recibe suficiente apoyo, ésta podría alcanzar el nivel internacional. El sistema no guardará las imágenes sin el consentimiento del usuario bajo ningún medio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Los antecedentes reflejan los avances y el estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo a futuras investigaciones. Según Arias (2006), “son los estudios previos relacionados con el problema planteado, es decir investigaciones realizadas que guardan alguna vinculación con nuestro estudio.” (P.23).

De esta manera, se tiene que Twohig, K.; Pfeffer, D.; Baird, J. K.; Price, R. N.; Zimmerman, P. A.; Hay, S. I.; Gething, P. W.; Battle, K. E.; Howes, R. E. (2019) de PLOS Neglected tropical diseases. En el artículo de investigación de ellos titulado **“Growing evidence of Plasmodium vivax across malaria-endemic Africa”**, presentan como objetivo ampliar los conocimientos en los exámenes sistemáticos en la evidencia de transmisión de *P. vivax* en África. En sus resultados, mostraron con el análisis de las proporciones relativas de infecciones por *P. vivax* en relación con la prevalencia general de paludismo, sugiere un aumento de la proporción de *P. vivax* en áreas de transmisión relativamente baja. De igual manera, sus estudios demostraron un efecto protector del Duffy negativo contra el riesgo de infección por *P. vivax*, este grupo sanguíneo africano de alta prevalencia no siempre previene la infección por completo. Este grupo también sugiere que a medida que la carga de *P. falciparum* disminuye con éxito por el control convencional, la transmisión de otras malarías puede volverse más perceptibles e importante como obstáculos para la erradicación de la malaria. Este artículo mostró con precisión la situación del *P. vivax* en África subsahariana, de igual modo, de otras malarías en dicha región. Por ello, aportó valiosa información de la *P. vivax* y malaria en general a esta investigación.

Además, Quintero, J.; González, J. (2020) de la Universidad de los Andes, Venezuela. Ellos presentaron un artículo de investigación con el título de **“Uso de redes neuronales convolucionales en teléfonos inteligentes para la identificación de enfermedades cutáneas”** tiene como objetivo desarrollar un prototipo de aplicación móvil basada en Android para el reconocimiento de lesiones cutáneas en tiempo real usando redes neuronales convolucionales.

En su conclusión explicó que la aplicación móvil desarrollada implementó la librería TensorFlow para la ejecución del modelo. El reconocimiento implementó el modelo Mobilenet V2, junto con un banco de 305 imágenes obtenidas del internet. Las enfermedades seleccionadas para la identificación fueron: melanoma, psoriasis en placa, sarcoma de Kaposi y dermatitis atópica. Los resultados mostraron un 75% de precisión para el reconocimiento de enfermedades cutáneas y más de un 77% de sensibilidad para tres de las cuatro lesiones elegidas. El trabajo es bien recibido por esta investigación ya que aporta conocimientos en redes neuronales convolucionales, igualmente tiene una metodología sencilla y puntual.

Igualmente, Rodríguez, Y. (2018) de la División De Estudios De Posgrado de la Corporación Mexicana De Investigación en Materiales, presentó al programa Interinstitucional en Ciencia y Tecnología su tesis de maestría titulada **“Integración de la red neuronal convolucional con el algoritmo de función de frontera de objeto para reconocimiento de piezas y detección de defectos.”**. La cual tiene como objetivo integrar el algoritmo de función de frontera de objeto a la red neuronal convolucional, para el diseño de un sistema reconocimiento de patrones capaz de detectar diferentes tipos de piezas y sus defectos en un proceso de manufactura.

Rodríguez implementó un sistema de inteligencia artificial con una integración de técnicas enfocadas a una mayor velocidad de procesamiento y una mayor precisión en la detección. Dichas técnicas son:

- La Función de Frontera de Objetos (BOF) por su rapidez en la segmentación de imágenes.
- La Red Neuronal Convolutiva (CNN) la cual logra una mayor extracción de características en las imágenes.
- Las Máquinas de Soporte Vectorial (SVM) con la capacidad de clasificar datos linealmente no separables.

Por ello, logró un sistema más robusto de detección de defectos en comparación con las técnicas aplicadas por separado en cuanto a la detección de defectos en piezas a través de las imágenes reduciendo el tiempo de procesamiento. El trabajo de Rodríguez también aportó información de técnicas de inteligencia artificial a este trabajo, dichas técnicas servirán para realizar el modelo utilizado para la detección de células sanas e infectadas de malaria.

Asimismo, Samuel, Y.; Tovar, C. (2019) del Departamento de pediatría en el Instituto Venezolano de Seguro Social, Puerto Ordaz, estado Bolívar, Venezuela. En el trabajo de ellos sobre el **comportamiento clínico y epidemiológico de malaria en pediatría**. El objetivo de la investigación es determinar el comportamiento clínico y laboratorio de malaria usando una metodología de tipo descriptivo y retrospectivo. Llegaron a la conclusión de que, del total de pacientes pediátricos evaluados con diagnóstico de paludismo durante el período de estudio, se evidenció que el mes con mayor número de casos de paludismo fue octubre con 30,00% con una mayor incidencia de brotes en épocas lluviosas del año entre los meses agosto y diciembre. El género con más frecuencia de padecer esta enfermedad fue el femenino con 57,78%, y del intervalo de edad los niños de 8 a 12 son los más propensos con 45,00%. Los síntomas y signos de la enfermedad de malaria son fiebre, escalofríos, cefalea y palidez, siendo complicaciones frecuentes: trombocitopenia grave, deshidratación, hipertransaminasemia y anemia grave, el mejor tratamiento fue Artesunato/mefloquina. Gracias a este trabajo, se pudo conocer más sobre la malaria

en Venezuela, especialmente en el estado Bolívar, en ese mismo contexto se obtuvo más información sobre el comportamiento de las diferentes especies de malaria, sus síntomas y tratamientos.

Y por último, se tiene que Galindo, N. (2016) egresado de la Universidad Militar Nueva Granada, realizó una investigación titulada “**Inteligencia Artificial Aplicada A Las Organizaciones**”, su objetivo de la investigación es explicar cómo la inteligencia artificial aplicada a las organizaciones puede ser un factor diferenciador para las empresas en la toma de decisiones, la productividad, el control de la calidad de productos y/o servicios, entre otros, haciéndolas más eficientes en un mundo cada vez más dinámico, de continuos y rápidos cambios y cada vez más competido. Al mismo tiempo, la metodología de la investigación que se usó en el estudio ofrece al presente trabajo un referente para abordar el problema planteado.

Su trabajo concluyó que la Inteligencia Artificial es fundamental como apoyo en la toma de decisiones en las organizaciones, especialmente en el área financiera y administrativa, ya que coadyuva proveyendo bases sólidas, fiables y seguras para tomar decisiones adecuadas y acertadas para el cumplimiento de los objetivos corporativos. Dicho trabajo aportó a esta investigación amplios conocimientos en la importancia de la inteligencia artificial por su fiabilidad, productividad y efectividad para mejorar los servicios.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Teoría General de Sistemas

El biólogo alemán Karl Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) propuso en 1928 su teoría general de sistemas como una herramienta amplia que podría ser compartida por muchas ciencias distintas. Para este autor, el concepto de “sistema” se puede definir como un conjunto de elementos que interactúan entre ellos. Estos no necesariamente son humanos, ni siquiera animales, sino que también pueden ser ordenadores, neuronas o células, entre muchas otras posibilidades.

Esta teoría contribuyó a la aparición de nuevo paradigma científico basado en la interrelación entre los elementos que forman los sistemas. Previamente se consideraba que los sistemas en su conjunto eran iguales a la suma de sus partes, y que podían ser estudiados a partir del análisis individual de sus componentes, Bertalanffy puso en duda tales creencias. Igualmente, esta teoría está basada en tres premisas básicas, estas tres son las siguientes:

- Los sistemas existen dentro de sistemas: Cada sistema realiza tareas con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados en representación de una dependencia superior.
- Los sistemas son abiertos: presenta un margen amplio acerca de los beneficiados por las funciones de un determinado sistema.
- Las funciones de un sistema dependen de su estructura: Se refiere a la influencia que ejerce la estructura sobre las funciones que lleva a cabo un sistema.

Desde que fue creada, la teoría general de sistemas ha sido aplicada a la biología, a la psicología, a las matemáticas, a las ciencias computacionales, a la economía, a la sociología, a la política y a otras ciencias exactas y sociales, especialmente en el marco del análisis de las interacciones.

2.2.2 Aplicación Web

En computación, las aplicaciones web son aquellas herramientas que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través de internet mediante un navegador. A través del navegador se puede acceder a todas las funcionalidades que el sistema ofrece. Las ventajas que ofrece una aplicación web son:

- La aplicación no usa el procesamiento del dispositivo que accede sino del servidor, por lo tanto, el usuario no necesita una computadora con gran hardware, solamente una con suficiente hardware para navegar en internet. Al

mismo tiempo la aplicación puede usar una gran cantidad de procesamientos necesarios, ya que el peso lo soporta el servidor donde está alojada.

- La aplicación puede estar en la nube, con lo que sería accesible para cualquier ordenador con acceso a internet.
- No necesita de ninguna instalación extra, ya que se accede a través de un navegador, siendo el navegador una herramienta preinstalada en la mayoría de los sistemas operativos.
- Las aplicaciones web son multiplataforma. Ésto significa que se podrá acceder desde cualquier dispositivo con internet y navegador, En tal sentido, se podrá acceder desde un ordenador, una tablet, o un smartphone.
- Una aplicación web se puede hacer cambios sin que el usuario requiera actualizar.

En resumen, una aplicación web es el software cliente que se necesita para la comodidad de los usuarios, asimismo, para este trabajo.

2.2.3 Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial es la inteligencia expresada por máquinas, sus procesadores y sus softwares, que serían los análogos al cuerpo, el cerebro y la mente, respectivamente, a diferencia de la inteligencia natural demostrada por humanos. Dentro de la rama de la inteligencia artificial está el aprendizaje automático (machine learning en inglés) y ésta abarca a todos los modelos que analiza datos e identifica patrones, con la finalidad de usar esos conocimientos para completar una tarea asignada.

Los tipos de algoritmos usados en el aprendizaje automático son:

- Aprendizaje supervisado.
- Aprendizaje no supervisado.
- Aprendizaje semisupervisado.
- Aprendizaje por refuerzo.

- Transducción.
- Aprendizaje multi-tarea.

En este trabajo se utilizará las redes neuronales convolucionales (en inglés CNN) que son el algoritmo de tipo aprendizaje profundo utilizado en aprendizaje automático para dar la capacidad de “ver” al ordenador. La CNN tiene capas que imitan al córtex visual del ojo humano para identificar distintas características en las entradas que en definitiva hacen que pueda identificar objetos y “ver”. Para ser más específicos, la CNN contiene varias capas ocultas especializadas y con una jerarquía donde las primeras capas pueden detectar líneas, curvas y se van especializando hasta llegar a capas más profundas que reconocen formas complejas como un rostro o la silueta de un animal. Por lo tanto, la CNN es el tipo de red neuronal que por su concepto es el indicado para este trabajo.

2.2.4 Enfermedad

La definición de enfermedad según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es la de “Alteración y desviación del estado fisiológico en una o varias partes del cuerpo, por causas en general conocidas, manifestada por síntomas y signos característicos, y cuya evolución es más o menos previsible”.

Son variados los aspectos básicos (componentes) considerados en general para el estudio de los diferentes procesos patológicos. Cualquiera de estos componentes puede ser utilizado como criterio taxonómico de las diferentes entidades nosológicas:

- Epidemiología: Representa información significativa que tentativamente define el contexto más probable sobre el cual es posible que se desarrolle una enfermedad.
- Etiología: El léxico médico identifica a las causas posibles, probables o ciertas de una enfermedad con el término “etiología”.

- Patogenia: La representación de los mecanismos alterados de la fisiología normal que generan, sostienen y finalizan o perpetúan el proceso patológico promovido por una etiología.
- Cuadro clínico: Es un contexto o marco significativo, definido por la relación entre los signos y síntomas que se presentan en una determinada enfermedad.
- Síntomas: Son la referencia subjetiva que da el enfermo sobre la propia percepción de las manifestaciones de la enfermedad que padece.
- Diagnóstico: Es un complejo proceso que desarrolla el profesional, e implica una respuesta cognitiva ante el planteo de la situación del paciente.
- Tratamiento: Consiste en todas aquellas opciones ambientales, humanas, físicas, químicas, entre otras, que contribuyen a la curación del paciente.
- Pronóstico: Representa información de carácter estadístico sobre la tendencia que sigue un proceso patológico.
- Prevención: La prevención es información concerniente a actuaciones que modifican la probabilidad de enfermar, disminuyendo los riesgos.

La clasificación de las enfermedades está condicionado al criterio que se use para agruparlas, las cuales son:

- Según su duración:
 - Agudas: generalmente las que duran menos de tres meses.
 - Subagudas: generalmente las que duran entre tres y seis meses
 - Crónicas: generalmente las que duran más de seis meses
- Según su distribución:
 - Endemia: Afecta frecuentemente a una región concreta de forma habitual y mantenida en el tiempo
 - Epidemia: Es un incremento significativamente elevado en el número de casos de una enfermedad con respecto al número de casos esperados, dentro de un área geográfica delimitada.

- **Pandemia:** Es una epidemia que afecta a zonas geográficas extensas (hasta llegar a la distribución mundial) generalmente durante un tiempo concreto.

2.2.5 Malaria

Es una enfermedad febril aguda provocada por parásitos del género Plasmodium que se propaga a las personas a través de la picadura de mosquitos del género Anopheles hembra infectados. Hay cinco especies de parásitos causantes del paludismo en el ser humano, siendo dos de ellas (*P. falciparum* y *P. vivax*) las más peligrosas. *P. falciparum* es el parásito del paludismo más letal y el más prevalente en el continente africano. *P. vivax* es el parásito dominante en la mayoría de países fuera del África subsahariana.

Según el último informe mundial sobre el paludismo, en 2019 hubo 229 millones de casos de paludismo, en comparación con los 228 millones de 2018. La cifra estimada de muertes por paludismo en 2019 fue de 409.000, frente a 411.000 el año anterior. Los niños menores de 5 años son el grupo más vulnerable, en 2019, representaban el 67% (274.000) de las muertes mundiales por paludismo.

Asimismo, los primeros síntomas (fiebre, cefalea y escalofríos) suelen aparecer a los 10-15 días de la picadura del mosquito infectante y pueden ser leves y por lo tanto difíciles de reconocer como propios del paludismo. Además, algunas personas con paludismo experimentan ciclos de "ataque" de paludismo. Un ataque comienza, por lo general, con temblores y escalofríos, seguidos de fiebre alta, sudoración y un regreso a la temperatura normal.

En los últimos dos decenios, el acceso ampliado a las herramientas y estrategias de prevención del paludismo recomendadas por la OMS, incluido el control eficaz de vectores y el uso de medicamentos antipalúdicos preventivos, ha tenido un gran efecto en la reducción de la carga mundial de la enfermedad. Por lo dicho, el diagnóstico y el tratamiento tempranos del paludismo atenúan la incidencia de la enfermedad, reducen

sus efectos mortales y contribuyen a prevenir su transmisión. La OMS recomienda la confirmación del diagnóstico con pruebas de diagnóstico parasitológicas (ya sean pruebas de microscopía o de diagnóstico rápido). Las pruebas de diagnóstico permiten a los proveedores de salud distinguir rápidamente entre fiebres palúdicas y no palúdicas, lo que facilita el tratamiento adecuado. Este trabajo ayuda con las pruebas de diagnósticos, principalmente agilizando el proceso mediante el reconocimiento por inteligencia artificial de células sanas o infectadas de malaria.

2.3 Bases Legales

Las bases legales de esta investigación se encuentran representadas, en primer lugar, en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999).

- **Artículo 83.** La salud es un derecho social fundamental, obligación del Estado, que lo garantizará como parte del derecho a la vida. El Estado promoverá y desarrollará políticas orientadas a elevar la calidad de vida, el bienestar colectivo y el acceso a los servicios. Todas las personas tienen derecho a la protección de la salud, así como el deber de participar activamente en su promoción y defensa, y el de cumplir con las medidas sanitarias y de saneamiento que establezca la ley, de conformidad con los tratados y convenios internacionales suscritos y ratificados por la República.
- **Artículo 110.** El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional.

Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2014)

- **Artículo 2.** Las actividades científicas, tecnológicas, de innovación y sus aplicaciones son de interés público para el ejercicio de la soberanía nacional en todos los ámbitos de la sociedad y la cultura.

- **Artículo 21.** La autoridad nacional con competencia en materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones creará mecanismos de apoyo, promoción y difusión de invenciones e innovaciones populares, que generen bienestar a la población o logren un impacto económico o social en la Nación.

Sección quinta de los programas de computación

- **Artículo 17.** Se entiende por programa de computación a la expresión en cualquier modo, lenguaje, notación o código, de un conjunto de instrucciones cuyo propósito es que un computador lleve a cabo una tarea o una función determinada, cualquiera que sea su forma de expresarse o el soporte.

2.4 Definición de Términos Básicos

Aprendizaje de máquinas o aprendizaje automático: Es el subcampo de las ciencias de la computación y una rama de la inteligencia artificial, cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan que las computadoras aprendan.

Aprendizaje profundo: Es un conjunto de algoritmos de aprendizaje automático que intenta modelar abstracciones de alto nivel en datos usando arquitecturas computacionales que admiten transformaciones no lineales múltiples e iterativas de datos expresados en forma matricial o tensorial.

Estadísticas: La Estadística es una disciplina que proporciona la metodología, fundada en la matemática, para obtener, recopilar, procesar, resumir y presentar datos referentes a un estudio de interés, transformándolos en con el fin de interpretarlas estadísticas para obtener conclusiones, dando garantía de idoneidad en los procedimientos.

Interface: En informática, esta noción sirve para señalar a la conexión que se da de manera física y a nivel de utilidad entre dispositivos o sistemas.

Modelo de aprendizaje automático: Un modelo de aprendizaje automático es un archivo que se ha entrenado para reconocer determinados tipos de patrones. Puede entrenar un modelo con un conjunto de datos, y proporcionarle un algoritmo que puede usar para averiguar y obtener información de esos datos.

Red neuronal convolucional: Es un tipo de Red Neuronal Artificial con aprendizaje supervisado que procesa sus capas imitando al córtex visual del ojo humano para identificar distintas características en las entradas que en definitiva hacen que pueda identificar objetos y “ver”.

Sistema informático: Un sistema informático es un sistema que permite almacenar y procesar información, asimismo, es el conjunto de partes interrelacionadas de hardware y software.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

Este trabajo es de tipo especial de acuerdo con el “Manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de trabajos de grado, trabajos de grado, tesis doctoral e informe de pasantía y extramuros” de la Universidad José Antonio Páez (UJAP). Dicho manual indica que los trabajos de grado de tipo especiales tienen las siguientes características:

- Trabajos que lleven a creaciones tangibles, susceptibles de ser utilizadas como soluciones a problemas demostrados, o que respondan a necesidades e intereses de tipo cultural.
- Se incluyen en esta categoría los trabajos de elaboración de libros de texto y de materiales de apoyo educativo, el desarrollo de software, prototipos y de productos tecnológicos en general, así como también los de creación literaria y artística.

3.2 Diseño de la Investigación

El trabajo se enmarcó dentro de una investigación de campo, de acuerdo a Arias (2012) define:

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin importar o controlar variables algunas, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. (P.31).

Claro está, en una investigación de campo también se emplea datos secundarios, sobre todo los provenientes de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se elabora el marco teórico. No obstante, son los datos primarios obtenidos a través del diseño de

campo, los esenciales para el logro de los objetivos y la solución del problema planteado.

Además, se enmarcó en la investigación documental, la cual según la definición de Arias (2012) señala:

La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. (P.27).

Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

3.3 Nivel de la Investigación

Arias (2012) define a las investigaciones descriptivas como:

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (P.24).

Por lo antes expuesto, la presente investigación es de tipo descriptiva, en la cual se estudia sobre el uso de una inteligencia artificial para detectar células sanas o infectadas de malaria usando de cliente una aplicación web. En síntesis, se estudia sobre la efectividad, viabilidad, y lo más importante, la agilidad en el proceso de diagnóstico que puede ayudar este trabajo.

3.4 Población y Muestra

El concepto de población según Arias (2012) es:

La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. (P.80).

Y en el concepto de muestra de Arias (2012) explica que “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (P.82). Por lo tanto, la población objeto de estudio de esta investigación comprende a todas las

personas que les beneficie el uso de una inteligencia artificial para detectar células sanas o infectadas de malaria usando de cliente una aplicación web en Venezuela. Mayormente, dicha población comprende a las bioanalistas.

Por otra parte, la muestra extraída de la población será comprendida por los bioanalistas de la clínica IEQ Los Mangos, Carabobo y del laboratorio BioParral C.A. Se escogieron dicha muestra por su fácil accesibilidad para el para el autor de este trabajo, lo que la convierte en una muestra intensional no probabilística.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Primero, la técnica de recolección de datos es, según, Arias (2012), “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.” (P.66), asimismo Arias (2012) explicó que un instrumento de recolección de datos es “cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.” (P.67). Por lo anteriormente escrito, se usará la observación científica como técnica que, según Sabino, (2006),

La observación científica puede definirse como el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que se necesitan para resolver un problema de investigación. Dicho de otro modo, observar científicamente es percibir activamente la realidad exterior con el propósito de obtener los datos que, previamente, han sido definidos como de interés para la investigación. (P. 91).

Para esta técnica se usará un diario de campo, la cual es el relato, escrito cotidianamente, de las experiencias vividas y los hechos observados. Suele ser redactado al final de una jornada o al finalizar una actividad considerada como importante en el trabajo de campo. De él se extrae la mayor parte de la información para organizar el análisis en las categorías establecidas en la fase del planteamiento de la investigación.

Además de la observación científica, se usará la técnica de encuesta, que Sabino (2006) define como “una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismos, o en relación con un tema en

particular.” (P.72). Al mismo tiempo, el instrumento para esta técnica es la encuesta escrita conocida como cuestionario, el cuestionario es un documento formado por un conjunto de preguntas que deben estar redactadas de forma coherente, y organizadas, secuenciadas y estructuradas, de acuerdo con una determinada planificación, con el fin de que sus respuestas puedan ofrecer toda la información necesaria. Además, el cuestionario utilizado en este trabajo será de tipo mixto, eso quiere decir que las respuestas del cuestionario pueden ser establecidas previamente para que el encuestado decida, asimismo, también pueden ser respuestas libres de desarrollar por el encuestado. Para añadir, Sabino, (2006), explica que la modalidad del cuestionario “Se realiza de forma escrita mediante un instrumento o formato en papel contentivo de una serie de preguntas. Se le denomina cuestionario autoadministrado porque debe ser llenado por el encuestado, sin intervención del encuestador.” (P. 74).

Cabe destacar que actualmente, el cuestionario también puede presentarse a través de medios magnéticos (CD o DVD) y electrónicos (correo electrónico e Internet). La ventaja esencial del cuestionario reside en que son las muestras quienes proporcionan los datos relativos a sus conductas, opiniones, deseos, actitudes y expectativas, cosa que por su misma naturaleza es casi imposible de observar desde fuera.

En esencia, esta investigación utilizará las técnicas de observación y encuesta, además, se usarán dichos instrumentos para llevar a cabo esta investigación documental de campo, con la finalidad de diagnosticar el beneficio del uso de una inteligencia artificial para detectar células sanas o infectadas de malaria usando de cliente una aplicación web.

3.6 Validación y Confiabilidad

Según Hernández y otros (2010), la validez es: “La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.” (P.201). Por otra parte, para Hernández y otros (2010), la

confiabilidad se conceptualiza como: “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.” (P.200).

Los instrumentos se someterán a juicio de expertos (ver anexo A).

3.7 Técnicas de Análisis de Resultados

Según Salazar y Del Castillo (2017) la estadística descriptiva es: “Es la parte de la estadística que permite analizar todo un conjunto de datos, de los cuales se extraen conclusiones válidas, únicamente para ese conjunto. Para realizar este análisis se procede a la recolección y representación de la información obtenida.” (P.13). Por lo expuesto, en este trabajo se utilizará estadística descriptiva para analizar los resultados.

3.8 Operacionalización de Variables

Objetivo General: Desarrollar una aplicación web basado en inteligencia artificial para la detección de imágenes de células sanas e infectadas de malaria					
Objetivos Específicos	Dimensión	Variables	Definición	Indicador	Ítem
1) Diagnosticar la situación actual respecto al empleo de herramientas de la información para la detección de células sanas e infectadas de malaria.	Proceso de detección de células sanas e infectadas de malaria en centros de salud	Presencia de tecnología	Conocimiento sobre el nivel de uso de la tecnología en el proceso de detección	1. Completamente de acuerdo 2. De acuerdo 3. Ni de acuerdo ni desacuerdo 4. En desacuerdo 5. Completamente en desacuerdo	1 2 3
		Tiempo de respuesta	Velocidad para obtener resultados de diagnóstico	1. Completamente de acuerdo 2. De acuerdo 3. Ni de acuerdo ni desacuerdo 4. En desacuerdo 5. Completamente en desacuerdo	4 5 6

		Margen de error en los resultados	Indicador para conocer el nivel de eficiencia actual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Completamente de acuerdo 2. De acuerdo 3. Ni de acuerdo ni desacuerdo 4. En desacuerdo 5. Completamente en desacuerdo 	7 8
		Nivel de aceptación	Probabilidad de uso y factibilidad de la Inteligencia Artificial en la detección de células sanas e infectadas de malaria	Se interpreta la respuesta abierta del entrevistado para indagar sobre la disposición a usar Inteligencia Artificial	9
				Se interpreta la respuesta abierta del entrevistado para indagar sobre la factibilidad a usar Inteligencia Artificial	10
2) Especificar los requerimientos funcionales y no funcionales inherentes al software para el desarrollo de la aplicación web.					

3.9 Fases de la Investigación

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo siguiendo, en orden lógico, una secuencia de pasos, conformados por:

Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la detección de células sanas e

infectadas de malaria.

Para lograr el objetivo específico, se recogerá la información obtenida proveniente por parte de la muestra que representa a la población, en esencia, la muestra consiste de profesionales de la medicina, haciendo uso de las técnicas de recolección de datos las cuales son la observación y la encuesta, permitiendo así conocer la situación actual respecto al empleo de herramientas de la información para la detección de células sanas e infectadas de malaria.

Fase II: Especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales inherentes al software para el desarrollo de la aplicación web.

Después de conocer la situación actual respecto al empleo de herramientas de la información para la detección de células sanas e infectadas de malaria, y basado en lo anterior, se especificará los requerimientos funcionales, o sea, las funciones del sistema de software y sus componentes, además, como complemento, se detallan los requisitos no funcionales, que se enfocan en cambio en el diseño y la implementación.

Fase III: Diseño de una aplicación web basado en inteligencia artificial para la detección de imágenes de células sanas e infectadas de malaria.

Como ya se obtuvieron las especificaciones funcionales y no funcionales, se procederá con el diseño y desarrollo del software cliente con la finalidad de que los usuarios inserten las imágenes de las células posiblemente sanas o infectadas de malaria para que posteriormente se identifiquen si están sanas o infectadas de malaria. También se diseñará y desarrollará un software para el servidor donde se recibirá las imágenes y los procesará en la inteligencia artificial.

Fase IV: Entrenamiento al modelo de la inteligencia artificial para que detecte imágenes de células sanas e infectadas de malaria.

En esta fase se modelará la inteligencia artificial la cual es algoritmo de tipo aprendizaje supervisada con arquitectura de red neuronal convolucional y ésta será entrenada con más de mil imágenes para una gran precisión, una precisión mayor a

noventa por ciento. En síntesis, esta inteligencia artificial será la que detectará las imágenes de las células posiblemente sanas o infectadas de malaria.

Fase V: Realización de pruebas para la verificación del correcto funcionamiento del sistema.

Para finalizar, en esta fase, se realizarán distintos tipos de pruebas al sistema. Estas pruebas permitirán determinar si el software tiene un funcionamiento adecuado y, además, evalúa si los requisitos preestablecidos fueron cumplidos. En el caso de haber existido la condición de error, se procederá a corregir las fallas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la detección de células sanas e infectadas de malaria.

Mediante la práctica de observación científica junto al cuestionario validado y confiable, se obtuvo un diagnóstico de la situación actual de la detección de células sanas e infectadas de malaria, entendiendo mejor la situación actual, los requisitos funcionales y los requisitos no funcionales del sistema a construir.

4.1.1 Elaboración del cuestionario.

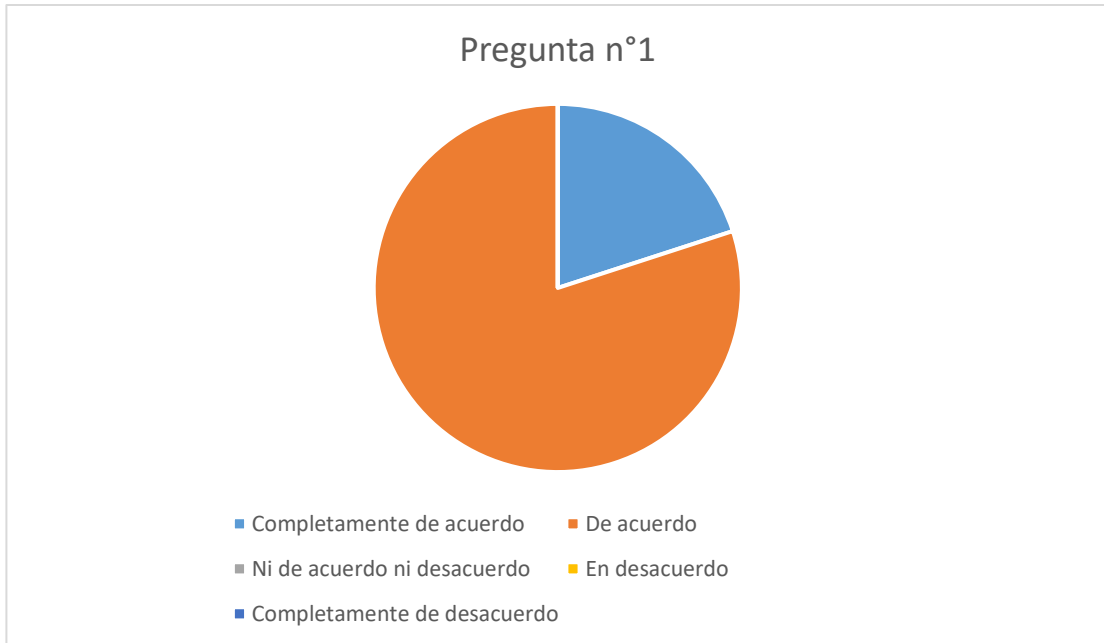
En esta actividad se elaboró una serie de preguntas las cuales son la base de la investigación con la finalidad de entender la situación actual, los requisitos funcionales y los requisitos no funcionales del sistema a construir. El cuestionario fue contestado por 5 bioanalistas de la clínica IEQ Los Mangos. Además, el cuestionario está en el Anexo A.

4.1.2 Aplicación del cuestionario.

En cuanto a los resultados obtenidos del instrumento se tiene que:

1. ¿El proceso actual de detección de células sanas e infectadas de malaria se limita básicamente al empleo de sus conocimientos profesionales y uso de algunos instrumentos básicos de apoyo?

Gráfico 2. Gráfico de la pregunta n°1

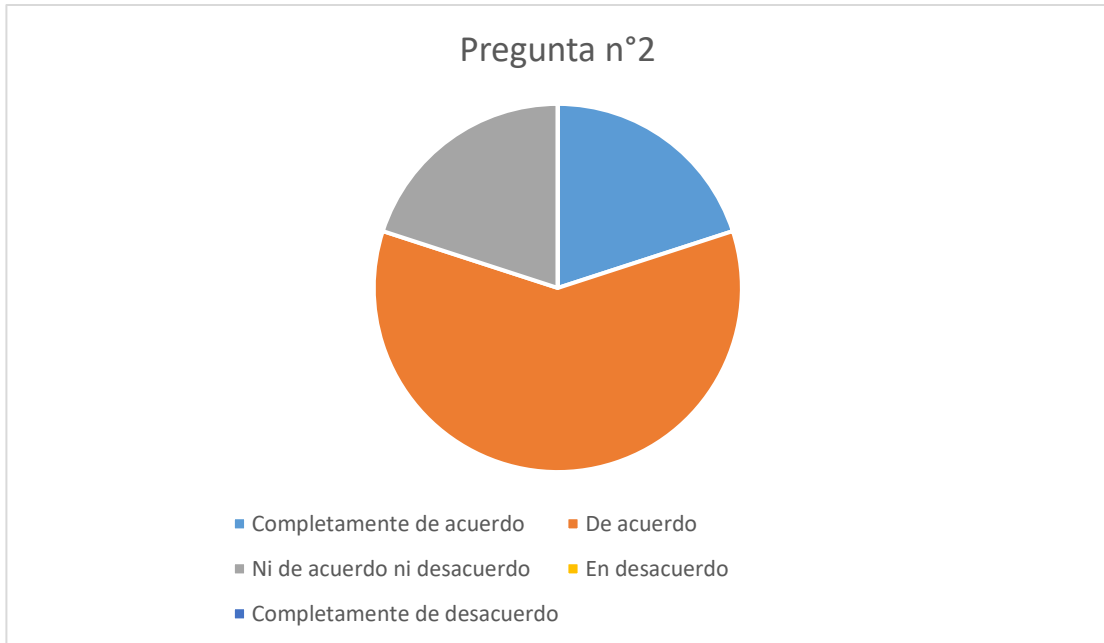


Fuente: Feng (2022)

Breve análisis: De acuerdo a la información que proporcionaron, 20% de la muestra indicaron que están completamente de acuerdo, mientras que el resto está de acuerdo, dando como conclusión, que actualmente la detección de células sanas e infectadas de malaria se limita básicamente al empleo de los conocimientos de los profesionales.

2. ¿Considera que actualmente no se emplea el uso de las tecnologías informáticas para realizar detección de células sanas e infectadas de malaria en el centro de salud donde presta servicio?

Gráfico 3. Gráfico de la pregunta n°2

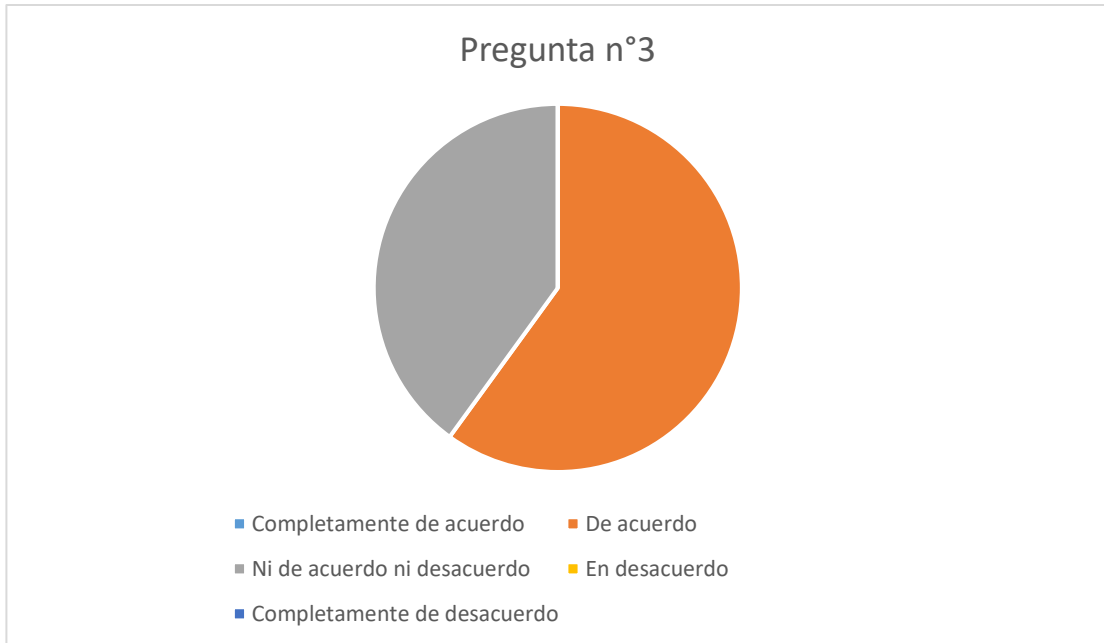


Fuente: Feng (2022)

Breve análisis: Como se puede ver en la gráfica, 20% de la muestra están neutral, otro 20% está completamente de acuerdo mientras que el 60% restante están de acuerdo, dando como resultado que muchos consideran que actualmente no se emplea el uso de las tecnologías informáticas para realizar detección de células sanas e infectadas de malaria en el centro de salud donde prestan servicios.

3. ¿Cree usted que el centro de salud donde presta servicios debe disponer de técnicas, herramientas, métodos y tecnologías modernas que apoyen el proceso de detección de células sanas e infectadas con malaria?

Gráfico 4. Gráfico de la pregunta n°3

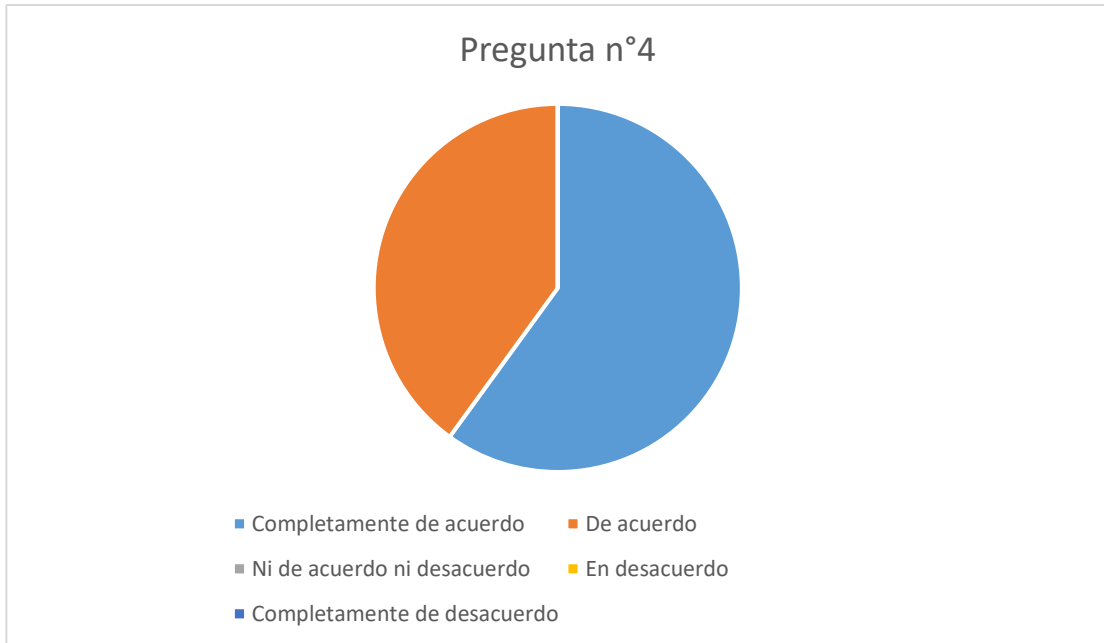


Fuente: Feng (2022)

Breve análisis: La gráfica se puede interpretar que el 40% son comentarios neutrales pero el 60% restante si piensa que el centro de salud donde prestan servicios debe disponer de técnicas, herramientas, métodos y tecnologías modernas que apoyen el proceso de detección de células sanas e infectadas con malaria.

4. ¿Considera que el tiempo de respuesta para ofrecer resultados de detección de células sanas e infectadas con malaria podría mejorar con los recursos adecuados?

Gráfico 5. Gráfico de la pregunta n°4

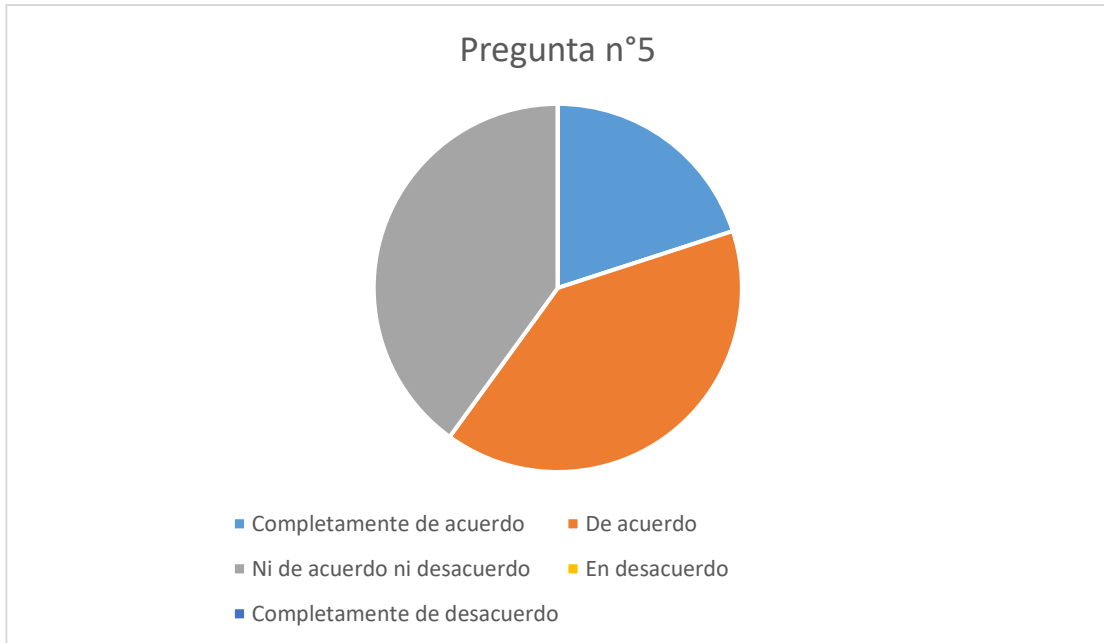


Fuente: Feng (2022)

Breve análisis: Con la mayoría (60%) en “completamente de acuerdo” y el resto (40%) en “de acuerdo”, se puede considerar que el tiempo de respuesta para ofrecer resultados de detección de células sanas e infectadas con malaria si mejoraría con los recursos adecuados.

5. ¿Considera que el resultado a tiempo sobre la detección de células sanas e infectadas con malaria es determinante en la vida del paciente?

Gráfico 6. Gráfico de la pregunta n°5

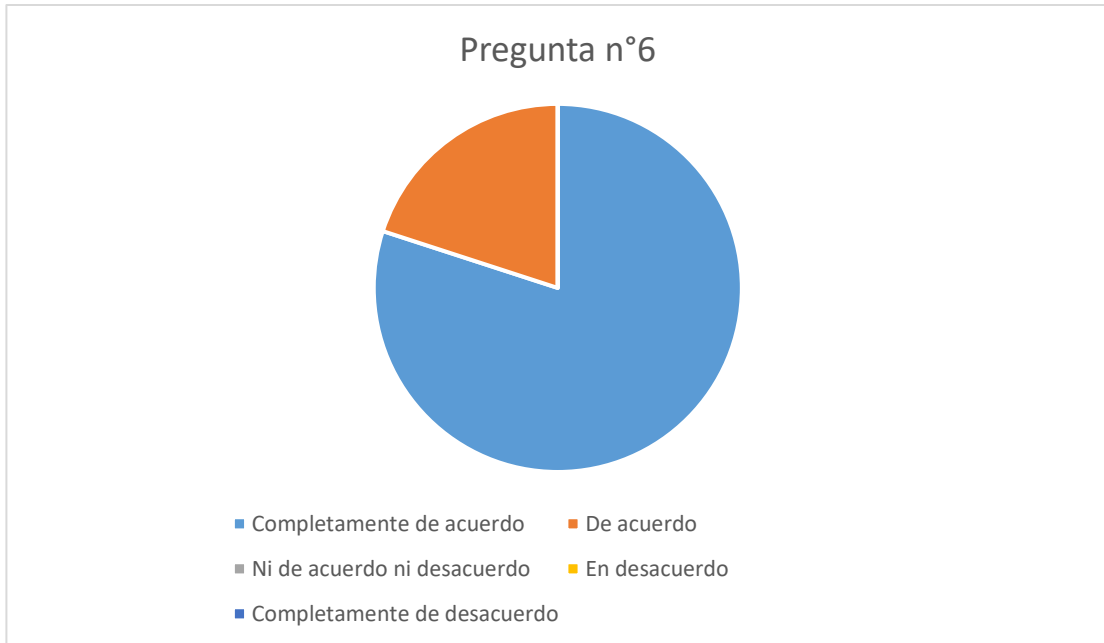


Fuente: Feng (2022)

Breve análisis: Se obtuvieron diversos resultados, el 40% tienden a “de acuerdo”, otro 40% tienden a neutral y un 20% expresaron estar en completamente de acuerdo, en síntesis, se puede observar la tendencia a “de acuerdo” en cuanto a el resultado a tiempo sobre la detección de células sanas e infectadas con malaria es determinante en la vida del paciente.

6. ¿Considera que podría mejorar el número de pruebas realizadas para la detección de células sanas e infectadas con malaria si empleara tecnologías más actualizadas?

Gráfico 7. Gráfico de la pregunta n°6



Fuente: Feng (2022)

Breve análisis: Está claro que la tecnología bien usada e implementada da mejores resultados en eficiencia, por eso, la mayoría (80%) ha escogido “completamente de acuerdo” en cuanto a si se podría mejorar el número de pruebas realizadas para la detección de células sanas e infectadas con malaria si empleara tecnologías más actualizadas.

7. ¿Existe la posibilidad de que se tengan que repetir pruebas para lograr la veracidad de los resultados en la detección de células sanas e infectadas con malaria?

Tabla 1. Respuestas pregunta No. 7

INFORMANTE CLAVE N°	RESPUESTAS
1	Si.
2	Depende del sistema.
3	Si, para asegurar.
4	Por supuesto.

5	Si.
---	-----

Fuente: Feng (2022)

Breve análisis: Es muy claro que los bioanalistas no tienen mucha confianza con respecto a la precisión de la inteligencia artificial del sistema, pero es normal debido a que es más una cuestión de calidad de la inteligencia artificial.

8. ¿Existe la posibilidad de que se tengan que repetir pruebas para lograr la veracidad de los resultados en la detección de células sanas e infectadas con malaria?

Tabla 2. Respuestas pregunta No. 8

INFORMANTE CLAVE N°	RESPUESTAS
1	Si.
2	Claro, por eso es importante que sea de buena calidad.
3	Si, no es lo mismo haber detectado malaria en un paciente que no haberlo detectado.
4	Por supuesto.
5	Si, importante.

Fuente: Feng (2022)

Breve análisis: Los bioanalistas expresaron que es de vital importancia la precisión de los resultados ofrecidos por la inteligencia artificial.

9. ¿De ser posible, estaría de acuerdo en capacitarse para usar tecnología basada en Inteligencia Artificial que contribuye a facilitar la detección de células sanas e infectadas con malaria en el centro de salud donde presta servicio?

Tabla 3. Respuestas pregunta No. 9

INFORMANTE CLAVE N°	RESPUESTAS
1	Si.

2	Claro, pero espero que sea fácil.
3	Depende de si el sistema es de buena calidad, si no es buena, entonces no vale la pena capacitarse.
4	Todos los instrumentos de laboratorio se necesitan capacitarse para usarse adecuadamente, y éste no es una excepción.
5	No hay problema.

Fuente: Feng (2022)

Breve análisis: Los resultados dicen que es sí están de acuerdo en aprender a usar el sistema, pero esperan una alta calidad en general por parte del sistema.

10. ¿Podría confirmar usted si este tipo de iniciativas debe extenderse en el resto de los centros de salud?

Tabla 4. Respuestas pregunta No. 10

INFORMANTE CLAVE N°	RESPUESTAS
1	Si.
2	Si muy recomendado.
3	Iniciativas como éstas están excelentes y debería haber más para generar talentos venezolanos.
4	Claro, no veo el problema.
5	Deberían hacerlo si quieren.

Fuente: Feng (2022)

Breve análisis: Las últimas respuestas indican que si son recomendables las iniciativas como desarrollo de una aplicación web para la detección de células sanas e infectadas de malaria las células basado en inteligencia artificial.

4.2 Fase II: Especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales inherentes al software para el desarrollo de la aplicación web.

Las encuestas analizadas dieron resultados que pueden ser utilizadas para

definir las bases fundamentales del software, como lo son los requerimientos funcionales y no funcionales.

4.2.1 Requerimientos funcionales

- **Subida de imágenes:** Se podrá subir imágenes células al sistema para que el sistema devuelva los resultados de las detecciones.
- **Inteligencia artificial:** Tendrá un modelo de inteligencia artificial para que reconozca las imágenes de las células infectada de malaria o imágenes de células sanas.
- **Reconocimiento de imágenes:** El modelo de la inteligencia artificial detectará las imágenes y enviará los resultados a la aplicación web.
- **Muestra de gráficos de los datos:** Se mostrarán gráficos de los datos recopilados en un intervalo de tiempo.
- **Base de datos:** Utilizará una base de datos para almacenar los datos de los resultados de las células.
- **Almacenamiento en la nube:** Se empleará el uso de ésta para guardar las imágenes o cualquier recurso.

4.2.2 Requerimientos no funcionales

- **Basado en la web:** La aplicación estará en la web para que cualquier dispositivo con un navegador lo pueda acceder.
- **Retroalimentación rápida:** La aplicación responderá a las actividades del usuario de manera sencilla y rápida.
- **Accesibilidad:** Sistema fácil de entender cumpliendo las normas de accesibilidad web.
- **Información de las células y su historial:** La aplicación brindará información relacionado a las imágenes de las células y el historial de las detecciones.
- **Mantenibilidad del código:** El código usará buenas prácticas para lograr mantener el código a largo plazo.

- **Mantener un rendimiento óptimo de funcionamiento:** El software no requerirá muchos recursos del sistema para su ejecución lo cual hace que tenga un funcionamiento óptimo y sea adaptable a cualquier computadora.
- **Interfaz amigable para el usuario:** La interfaz gráfica tendrá buenas prácticas de experiencia de usuario para conseguir una interfaz amigable.
- **Sencillez:** La interfaz gráfica será sencillo que a su vez evitará estrés, confusión y demoras.

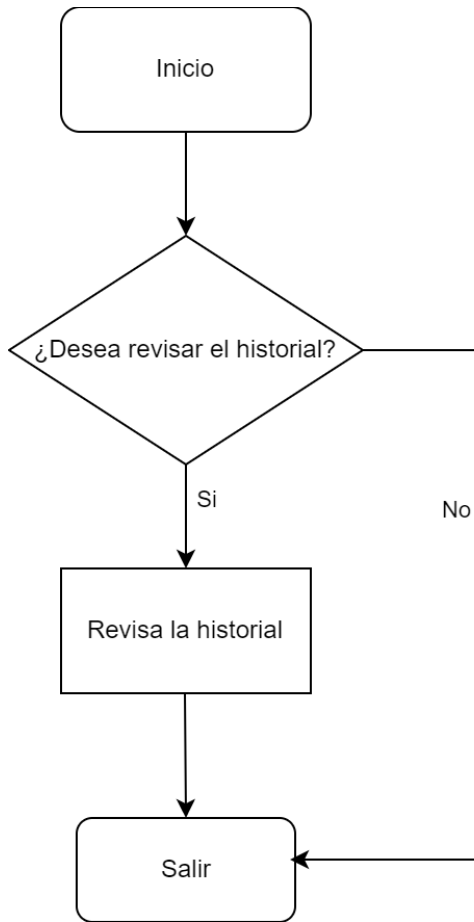
4.3 Fase III: Diseño de una aplicación web basado en inteligencia artificial para la detección de imágenes de células sanas e infectadas de malaria.

Finalizada la fase de análisis y determinación de requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, se procedió a diseñar el diagrama de flujo, el diagrama de caso de uso, el diseño de las interfaces gráficas, y la descripción de la arquitectura. Dichos diseños satisfarán los requerimientos funcionales y no funcionales.

4.3.1 Diagrama de flujo

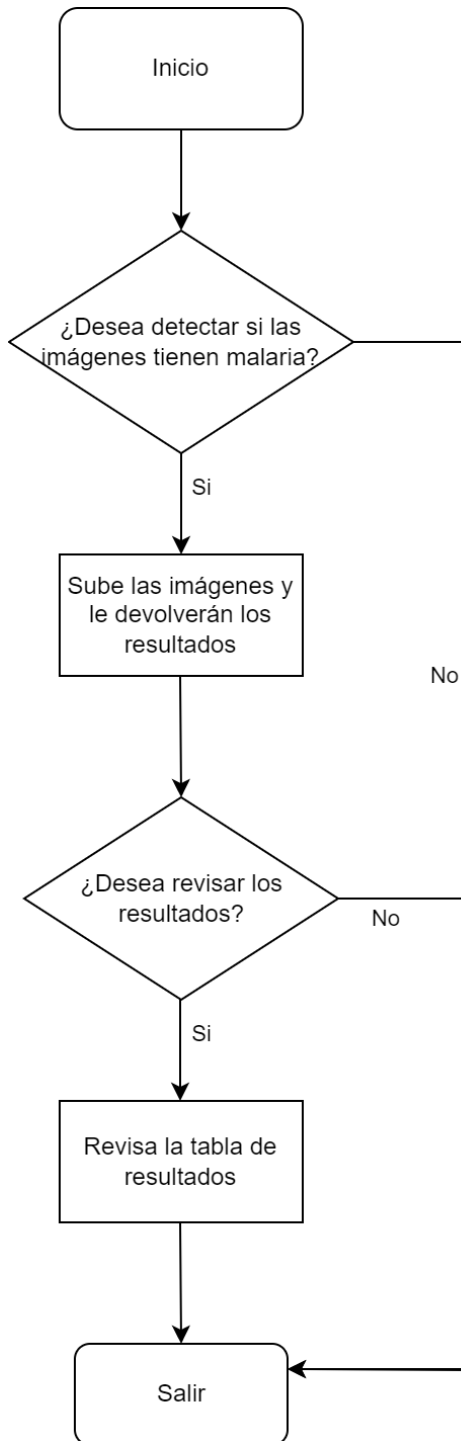
El diagrama de flujo o flujograma es la representación gráfica de un algoritmo o proceso.

Gráfico 8. Diagrama de flujo al revisar el historial



Fuente: Feng (2022)

Gráfico 9. Diagrama de flujo al detectar la célula

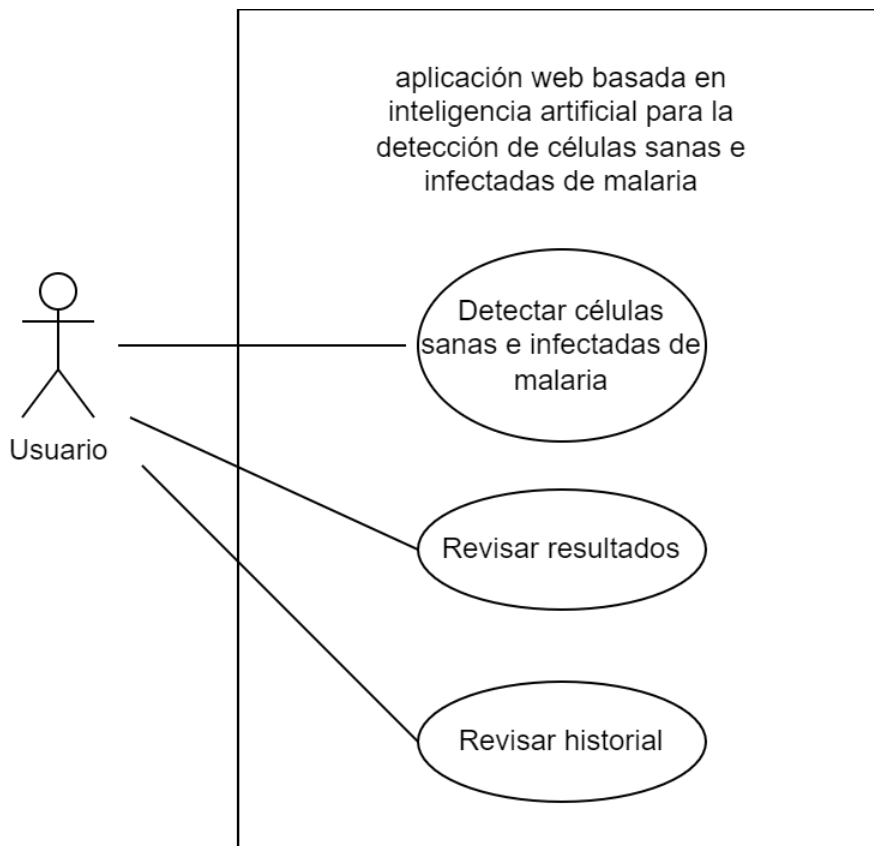


Fuente: Feng (2022)

4.3.2 Diagrama de caso de uso

El diagrama de casos de uso es una forma de diagrama de comportamiento en lenguaje de modelado unificado (UML), con la que se representan procesos empresariales, así como sistemas y procesos de programación orientada a objetos.

Gráfico 10. Diagrama de caso de uso

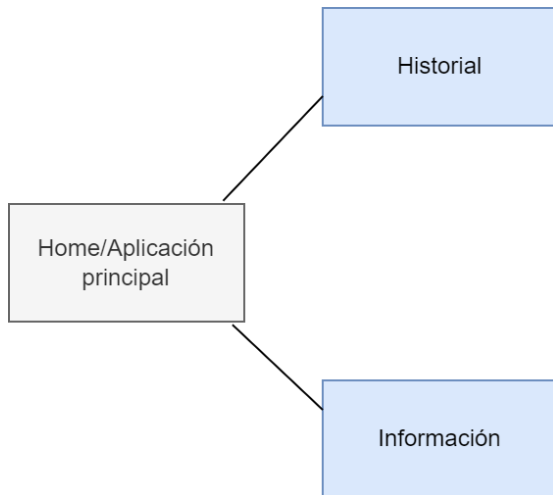


Fuente: Feng (2022)

4.3.3 Diagrama de navegación

El diagrama de navegación es, básicamente, un gráfico o esquema en forma de árbol que representa cómo el usuario navega la estructura o arquitectura general de un sistema.

Gráfico 11. Diagrama de navegación



Fuente: Feng (2022)

4.3.4 Diseño de interfaces gráficas

Para el desarrollo de este diseño se tuvo en consideración una interfaz la cual permitirá realizar al usuario el menor número de procesos posible, a su vez que se realizarán de forma sencilla e intuitiva. Adicionalmente se mantuvo una paleta de colores oscuros y claros los cuales permiten una vista más agradable para el usuario al momento de su ejecución, el color primario se trata de un color verde aguamarina reflejando la salud, paz, confianza y estabilidad, mientras que el color secundario se trata de un rojo oscuro para dar contraste al color primario.

Tabla 5. Interfaces gráficas

Nombre	Descripción
Inicio	Esta interfaz gráfica mostrará una barra de navegación en el lado superior, en el centro de la página estará un botón para subir las imágenes a analizar. Y, por último, en la parte inferior estará un pie de página.

Información	En esta interfaz, se mostrarán ciertos detalles de información de la aplicación.
Historial	Se mostrarán gráficas sobre el seguimiento de los pacientes, registro de células sanas e infectadas, entre otros gráficos.

Fuente: Feng (2022)

Tabla 6. Paleta de colores

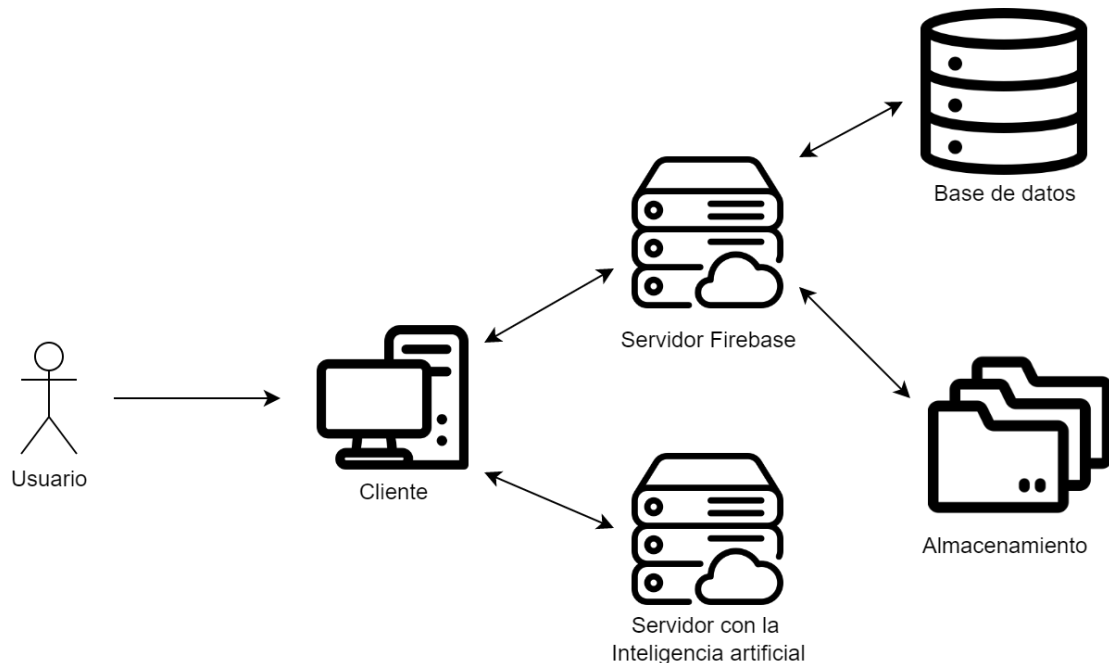
Posición	Color
Primario principal	#6be8c2
Primario claro	#8cff7
Primario oscuro	#6eb5b0
Secundario principal	#890F0D
Secundario claro	#ab211f
Secundario oscuro	#610706

Fuente: Feng (2022)

4.3.5 Descripción de la arquitectura

La arquitectura del sistema se centra en un conjunto de patrones los cuales dictan como será desarrollado el sistema, asimismo, proporciona un marco que facilita el desarrollo del mismo. Para el presente proyecto se hizo uso del patrón Modelo-Vista-Controlador, este patrón plantea separar los datos de una aplicación, la interfaz y la lógica de programación. Con respecto a la estructura de los equipos, el usuario usará un cliente web que contactará con Google Firebase para almacenar imágenes, manejar los datos y con respecto a la inteligencia artificial, ésta residirá en un equipo que dará los servicios.

Gráfico 12. Arquitectura de sistema



Fuente: Feng (2022)

4.4 Fase IV: Entrenamiento al modelo de la inteligencia artificial para que detecte imágenes de células sanas e infectadas de malaria.

Para entrenar un modelo de la inteligencia artificial con la finalidad de que detecte las imágenes de células sanas e infectadas de malaria, se necesitan imágenes de muestra de células sanas y células infectadas, en este trabajo, se utilizaron imágenes de muestra de la Lister Hill National Center for Biomedical Communications, la cual proveyó 27 mil imágenes dando mucho espacio para entrenar la inteligencia artificial.

En un inicio la idea era desarrollar un modelo de la inteligencia artificial desde cero utilizando bibliotecas de Python pero debido a la falta de recursos económicos, se tuvo que descartar la anterior idea y recurrir al uso de un sistema externo, específicamente un sistema de la empresa Clarifai, Inc. Su sistema permite crear modelos de inteligencia artificial y entrenarlos. En este caso, se entrenó a un modelo de inteligencia artificial con las imágenes de muestra de la institución mencionada y se

probó el modelo resultando en más del ochenta por ciento de precisión y sin necesidad de reentrenar.

4.5 Fase V: Realización de pruebas para la verificación del correcto funcionamiento del sistema.

Durante y después del proceso de codificación del sistema, se realizaron y aplicaron pruebas a cada uno de los scripts, todo esto con el objetivo de comprobar la buena funcionalidad y validar los resultados expresados en el sistema. Se realizaron pruebas de caja blanca y caja negra.

4.5.1 Pruebas de caja negra.

Las pruebas de caja negra, es una técnica de pruebas de software en la cual la funcionabilidad se verifica sin tomar en cuenta la estructura interna del código, detalles de implementación o escenarios de ejecución interno en el software. Durante estas pruebas se enfocó solamente en las entradas y salidas del sistema.

Tabla 7. Prueba de caja negra del caso detectar células sanas o infectadas de malaria.

CASO DE PRUEBA		
Prueba 1	Caso de Uso	Guardado de imagen de perfil
	Detectar células sanas e infectadas de malaria.	Prueba de caja negra.
Descripción	El usuario desea detectar células sanas e infectadas de malaria.	
Entradas	Imágenes.	
Resultado Esperado	Se provee los resultados de las detecciones.	
Resultado	Exitoso.	
Observación	Se proveen los resultados en una tabla.	

Fuente: Feng (2022)

4.5.2 Pruebas de caja blanca.

Las pruebas de caja blanca pretenden investigar sobre la estructura interna del código, exceptuando detalles referidos a datos de entrada o salida, para probar la lógica del programa desde el punto de vista algorítmico. Realiza un seguimiento del código fuente según se va ejecutando los casos de prueba.

Tabla 8. Prueba de caja blanca del caso detectar células sanas o infectadas de malaria.

CASO DE PRUEBA		
Prueba 2	Caso de Uso	Guardado de imagen de perfil
	Detectar células sanas e infectadas de malaria.	Prueba de caja blanca.
Descripción	Proceso interno para detectar células sanas e infectadas de malaria	
Entradas	Imágenes.	
Resultado Esperado	El cliente almacenará las imágenes en Google Firebase y luego el cliente enviará las direcciones de las imágenes al servicio de inteligencia artificial para que los detecte y ésta reenvía los datos de las predicciones al cliente.	
Resultado	Exitoso.	
Observación	Todo bien.	

Fuente: Feng (2022)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Al examinar los resultados obtenidos en cada una de las fases descritas previamente, conjuntamente con el desarrollo y despliegue de un sistema, debidamente realizadas las pruebas del mismo, se llegó a una serie de desenlaces relacionados a los objetivos definidos en la presente investigación.

En la primera fase se diagnosticó la situación actual de la detección de células sanas e infectadas utilizando un cuestionario con preguntas precisas y diario de campo, ambos, instrumentos de recolección de datos para las técnicas de encuesta y observación científica, respectivamente. En síntesis, el diagnóstico sugirió que los centros médicos encuestados quieren implementar la aplicación que detecten si una célula de malaria está infectada o sana, incluso, están dispuestos a capacitarse para usar la aplicación porque la aplicación web cumple con la eficiencia, precisión y calidad esperada.

En la segunda fase, con la ayuda del diagnóstico, se logró especificar los requerimientos funcionales y no funcionales. En resumen, se requieren que sean accesibles en cualquier sistema, use una inteligencia artificial precisa que reconozca imágenes, sea eficaz, tenga un consumo de tiempo óptimo, sea de buena calidad y tenga una interfaz intuitiva. Por los requerimientos mencionados, se decidió que la mejor opción es desarrollar una aplicación web que use una red neuronal convolucional para detectar imágenes.

En la tercera fase, finalizada la fase de análisis y determinación de requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, se diseñó el diagrama de flujo, el diagrama de caso de uso, el diseño de las interfaces gráficas, y la descripción de la

arquitectura. Dichos diseños satisficieron los requerimientos funcionales y no funcionales.

En la penúltima fase, se entrenó al modelo de la inteligencia artificial con la finalidad de que detecte imágenes de células sanas e infectadas de malaria. La muestra de imágenes para el entrenamiento se consiguió en el portal web de Lister Hill National Center for Biomedical Communications y con las herramientas open source de Python se entrenó a una red neuronal convolucional para ser utilizada como modelo, dicho modelo provee resultados con precisión de más de noventa y uno porcientos y se conectó el modelo a un servidor que será consultada por la aplicación web.

En la última fase, de acuerdo a lo puntualizado en el trabajo de grado, se ejecutó un plan de pruebas para verificar el correcto funcionamiento de todos y cada uno de los módulos que integran dicha plataforma.

Finalmente, al haber obtenido resultados positivos durante el desarrollo y prueba de la plataforma, se dará inicio a la implementación del mismo, en los centros médicos.

5.2 Recomendaciones

En concordancia con la información obtenida durante el desarrollo de las fases, para futuras aplicaciones del sistema propuesto, se recomienda aplicar las recomendaciones expuestas a continuación.

Los sistemas computacionales siempre se encuentran en constante evolución para poder así cubrir las necesidades que evolucionan de igual manera, esto significa que, aunque los requerimientos se puedan conservar a grandes rasgos debe irse adaptando a estas necesidades, dando como conclusión la obligación de realizar actualizaciones y/o modificaciones en el transcurso del tiempo.

Es importante no enfocarse en una sola área en la que se aplique el software, el cual se puede expandir para cubrir diferentes áreas y/o tomar diferentes acciones para así poder satisfacer a una población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aprende Machine Learning. **¿Cómo funcionan las Convolutional Neural Networks? Visión por Ordenador.** Documento en línea consultado 26/11/2021 <https://www.aprendemachinelearning.com/como-funcionan-las-convolutional-neural-networks-vision-por-ordenador/>
- Aprendizaje automático. (2021, 29 de octubre). **Wikipedia, La enciclopedia libre.** Fecha de consulta: 02:58, noviembre 29, 2021 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Aprendizaje_autom%C3%A1tico&oldid=139365739.
- Aprendizaje profundo. (2021, 25 de septiembre). **Wikipedia, La enciclopedia libre.** Fecha de consulta: 02:59, noviembre 29, 2021 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Aprendizaje_profundo&oldid=138581609.
- Aplicación web. (2021, 25 de octubre). **Wikipedia, La enciclopedia libre.** Fecha de consulta: 03:01, noviembre 29, 2021 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Aplicaci%C3%B3n_web&oldid=139278615.
- Arias, F. (2012). **El Proyecto de Investigación. 6ta Edición.** Editorial Episteme.
- Avila-Tomása, J. F.; Mayer-Pujadasce, M.A.; Quesada-Varelad, V.J. (2020). **La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: introducción antecedentes a la IA y robótica.** Documento en línea consultado 26/11/2021 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212656720301451>
- EFE. **IBM afirma que Venezuela está muy rezagada en tecnología digital.** El Estímulo. Documento en línea consultado 26/11/2021 <https://elestimulo.com/elinteres/ibm-afirma-que-venezuela-esta-muy-rezagada-en-tecnologia-digital/>
- Empresas Grupo Cesce. **Breve historia de la inteligencia artificial: el camino hacia la empresa.** Documento en línea consultado 26/11/2021 <https://www.cesce.es/es/w/asesores-de-pymes/breve-historia-la-inteligencia-artificial-camino-hacia-la-empresa>
- Espinosa Osorio, D. (2009, julio 21). **Teoría general de sistemas de Ludwig von Bertalanffy.** Documento en línea consultado 26/11/2021

<https://www.gestiopolis.com/teoria-general-de-sistemas-ludwig-von-bertalanffy/>

FUNDACIÓN IO. **Malaria En Venezuela.** Documento en línea consultado 26/11/2021 <https://fundacionio.com/viajarseguro/paises/venezuela/malaria-venezuela/>

Gabaldón, J. C. **La epidemia de malaria en Venezuela requiere mayor atención internacional.** Instituto de Salud Global Barcelona. Documento en línea consultado 26/11/2021 <https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/la-epidemia-de-malaria-en-venezuela-requiere-mayor-atencion-internacional/5083982/13001>

Galindo, N. (2016). **Inteligencia Artificial Aplicada A Las Organizaciones.** Universidad Militar Nueva Granada

Inteligencia artificial. (2021, 26 de noviembre). **Wikipedia, La enciclopedia libre.** Fecha de consulta: 02:56, noviembre 29, 2021 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Inteligencia_artificial&oldid=139976814.

Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (Gaceta Oficial N° 39.575). (2014, Noviembre 18). Recuperado de: <http://www.conatel.gob.ve/wpcontent/uploads/2014/10/PDF-LeyOrg%C3%A1nica-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovacion.pdf>

Lister Hill National Center for Biomedical Communications. **National Library of Medicine, Malaria Data.** Documento en línea consultado 20/04/2022 <https://lhncbc.nlm.nih.gov/LHC-research/LHC-projects/image-processing/malaria-datasheet.html>

Microsoft Docs. (2021, 26 de noviembre). **¿Qué es un modelo de aprendizaje automático?** Documento en línea consultado 26/11/2021 <https://docs.microsoft.com/es-es/windows/ai/windows-ml/what-is-a-machine-learning-model>

Médicos Sin Fronteras. **La malaria reaparece con fuerza en Venezuela.** Documento en línea consultado 26/11/2021 <https://www.msf.es/actualidad/venezuela/la-malaria-reaparece-fuerza-venezuela>

Moreno, D. y Carrillo, C. (2019). *Normas APA 7ma Edición: Guía de citación y referenciación.* Ediciones Universidad Central.

- Organización Mundial de la Salud. **Paludismo**. Documento en línea consultado 26/11/2021 <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/malaria#:~:text=El%20paludismo%2C%20o%20malaria%2C%20es,paludismo%20en%20todo%20el%20mundo>.
- Organización Mundial de la Salud. **Informe mundial sobre la malaria 2021, Datos regionales y tendencias**. Documento en línea consultado 16/02/2022 https://cdn.who.int/media/docs/default-source/malaria/world-malaria-reports/world-malaria-report-2021-regional-briefing-kit-spa.pdf?sfvrsn=338167b6_25&download=true
- Oropeza, V. **Somos Médico de Malaria**. Prodavinci. Documento en línea consultado 26/11/2021 <http://factor.prodavinci.com/medicosdemalaria/>
- Quintero, J., González, J. (2020). **Uso de redes neuronales convolucionales en teléfonos inteligentes para la identificación de enfermedades cutáneas**. Universidad de los Andes.
- Rodríguez, Y. (2018). **Integración de la red neuronal convolucional con el algoritmo de función de frontera de objeto para reconocimiento de piezas y detección de defectos**. División De Estudios De Posgrado de la Corporación Mexicana De Investigación en Materiales
- Sabino, C. (1992). **El Proceso De Investigación**. Edición Panapo; Edición Panamericana; Edición Lumen.
- Samuel, Y.; Tovar, C. (2019). **Comportamiento clínico y epidemiológico de malaria en pediatría**. Departamento de pediatría en el Instituto Venezolano de Seguro Social
- Salazar P., Cecilia; Del Castillo G., S. (2017). **Fundamentos básicos de Estadística. Primera Edición**. Quito: sin editorial
- Sistema informático. (2021, 27 de noviembre). **Wikipedia, La enciclopedia libre**. Fecha de consulta: 03:02, noviembre 29, 2021 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema_inform%C3%A1tico&oldid=140000334.
- Twohig KA, Pfeffer DA, Baird JK, Price RN, Zimmerman PA, Hay SI, et al. (2019) **Growing evidence of Plasmodium vivax across malaria-endemic Africa**. PLOS Neglected Tropical Diseases.

Universidad José Antonio Páez. (2020). **Manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de trabajos de grado, trabajos de grado, tesis doctoral e informe de pasantía y extramuros.**

ANEXOS

A)

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Estimado entrevistado, la presente encuesta requiere de su valiosa colaboración y sinceridad al responder, de antemano agradezco por su tiempo y disposición. No deje ningún Ítem sin responder. Gracias.

N°	ITEM	OPCIONES
1	¿El proceso actual de detección de células sanas e infectadas de malaria se limita básicamente al empleo de sus conocimientos profesionales y uso de algunos instrumentos básicos de apoyo?	<input type="checkbox"/> Completamente de acuerdo <input type="checkbox"/> De acuerdo <input type="checkbox"/> Ni de acuerdo ni desacuerdo <input type="checkbox"/> En desacuerdo <input type="checkbox"/> Completamente en desacuerdo
2	¿Considera que actualmente no se emplea el uso de las tecnologías informáticas para realizar detección de células sanas e infectadas de malaria en el centro de salud donde presta servicio?	<input type="checkbox"/> Completamente de acuerdo <input type="checkbox"/> De acuerdo <input type="checkbox"/> Ni de acuerdo ni desacuerdo <input type="checkbox"/> En desacuerdo <input type="checkbox"/> Completamente en desacuerdo
3	¿Cree usted que el centro de salud donde presta servicios debe disponer de técnicas, herramientas, métodos y tecnologías modernas que apoyen el proceso de detección de células sanas e infectadas con malaria?	<input type="checkbox"/> Completamente de acuerdo <input type="checkbox"/> De acuerdo <input type="checkbox"/> Ni de acuerdo ni desacuerdo <input type="checkbox"/> En desacuerdo <input type="checkbox"/> Completamente en desacuerdo
4	¿Considera que el tiempo de respuesta para ofrecer resultados de detección de células sanas e infectadas con malaria podría mejorar con los recursos adecuados?	<input type="checkbox"/> Completamente de acuerdo <input type="checkbox"/> De acuerdo <input type="checkbox"/> Ni de acuerdo ni desacuerdo <input type="checkbox"/> En desacuerdo <input type="checkbox"/> Completamente en desacuerdo
5	¿Considera que el resultado a tiempo sobre la detección de células sanas e infectadas con malaria es determinante en la vida del paciente?	<input type="checkbox"/> Completamente de acuerdo <input type="checkbox"/> De acuerdo <input type="checkbox"/> Ni de acuerdo ni desacuerdo <input type="checkbox"/> En desacuerdo

		<input type="checkbox"/> Completamente en desacuerdo
6	¿Considera que podría mejorar el número de pruebas realizadas para la detección de células sanas e infectadas con malaria si empleara tecnologías más actualizadas?	<input type="checkbox"/> Completamente de acuerdo <input type="checkbox"/> De acuerdo <input type="checkbox"/> Ni de acuerdo ni desacuerdo <input type="checkbox"/> En desacuerdo <input type="checkbox"/> Completamente en desacuerdo
7	¿Existe la posibilidad de que se tengan que repetir pruebas para lograr la veracidad de los resultados en la detección de células sanas e infectadas con malaria?	
8	¿Considera que una equivocación en los resultados obtenidos durante la detección de células sanas e infectadas con malaria puede comprometer el tratamiento y la salud del paciente?	
9	¿De ser posible, estaría de acuerdo en capacitarse para usar tecnología basada en Inteligencia Artificial que contribuye a facilitar la detección de células sanas e infectadas con malaria en el centro de salud donde presta servicio? Explique brevemente	

10	¿Podría confirmar usted si este tipo de iniciativas debe extenderse en el resto de los centros de salud? Explique brevemente.	
-----------	---	--