



Reconocimiento de tumores y patologías cerebrales mediante inteligencia artificial

Autores: Cubero Zurita, Jhonny Paul

Valle Bautista, Segundo Francisco

Tutor: Arroba Rimassa, Jorge Luciano

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Central del Ecuador

Carrera de Ingeniería Informática

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención de título de

Ingeniero Informático

Quito, 2022

DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, JHONNY PAUL CUBERO ZURITA y SEGUNDO FRANCISCO VALLE BAUTISTA en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación RECONOCIMIENTO DE TUMORES Y PATOLOGÍAS CEREBRALES MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, modalidad Proyecto Integrador, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedo a favor de la Universidad Central del Ecuador una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a nuestro favor todos los derechos de autor sobre mi obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizamos a la Universidad Central del Ecuador para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en Art, 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.



Firmado electrónicamente por:
**JHONNY PAUL
CUBERO ZURITA**

Firma:
Jhonny Paul Cubero Zurita
C.C.: 1713250460
jpcubero@uce.edu.ec



Firmado electrónicamente por:
**SEGUNDO
FRANCISCO VALLE
BAUTISTA**

Firma:
Segundo Francisco Valle Bautista
C.C.: 1726436890
sfvalle@uce.edu.ec

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, presentado por los señores Jhonny Paul Cubero Zurita con cédula: 1713250460 y Segundo Francisco Valle Bautista con cédula: 1726436890 para optar por el Grado de Ingenieros Informáticos, cuyo título es: **RECONOCIMIENTO DE TUMORES Y PATOLOGÍAS CEREBRALES MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, a los 10 días del mes de febrero del 2022.



Firmado electrónicamente por:
**JORGE LUCIANO
ARROBA RIMASSA**

.....

Mat. Jorge Luciano Arroba Rimassa
DOCENTE-TUTOR
C.C: 1704736261
jarroba@uce.edu.ec

DEDICATORIA

A Dios por sobre todas las cosas. A mis padres Elsa Zurita y Rodrigo Cubero, por su apoyo incondicional y sus consejos a diario que me han llevado por el camino del progreso.

A mi hijo Matías Damián Cubero porque es mi inspiración para seguir adelante en lograr mis metas.

A mi esposa Paola Guerrero por su amor, sabiduría y apoyo incondicional para no rendirme y terminar mis estudios universitarios.

Paúl

El presente trabajo lo dedico con todo mi amor a las personas más importantes de mi vida mis padres Inés Bautista y Luis Valle, desde el inicio de mi carrera me dieron todo el apoyo para lograr cumplir mi sueño, sé que desde el cielo me están cuidando y me guiarán en mi camino profesional.

A mis hermanos Franklin Valle y Diana Valle fueron el motor en el proceso de mi carrera.

De igual forma a mis amigos y familiares estoy agradecido de corazón que me acompañaron en mi etapa profesional.

Francisco

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a Dios por darnos la vida y poder culminar nuestra vida profesional.

A nuestras familias por su sabiduría y apoyo incondicional en nuestro camino de crecimiento personal y profesional.

A la Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, y a todos los docentes que nos ayudaron a crecer con sus valiosos conocimientos y sabiduría.

A nuestros amigos por los consejos, experiencias y enseñanzas compartidas dentro y fuera de la Universidad, gracias por todo lo vivido.

Así mismo agradecemos al Mat. Jorge Luciano Arroba Rimassa, docente tutor de esta investigación, por sus valiosas orientaciones, conocimientos y su constante motivación hacia este trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

DERECHOS DE AUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
TABLA DE CONTENIDOS	vi
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
GLOSARIO	xiii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
1. ANÁLISIS DEL PROBLEMA	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Planteamiento del problema.....	5
1.3 Hipótesis y justificación.....	6
1.3.1. Hipótesis.....	6
1.4 Justificación.....	6
1.5 Objetivos	7
1.5.1. Objetivo General	7
1.5.2. Objetivos Específicos.....	7

1.6 Alcance.....	8
1.7 Limitaciones.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Marco conceptual.....	9
2.1.1. Tumor Cerebral.....	9
2.1.2. Anatomía Tumor Cerebral.....	9
2.1.3. Etiología.....	12
2.1.4. Tomografías.....	14
2.2 Inteligencia Artificial.....	16
2.2.1. Áreas de aplicación de la IA.....	18
2.2.2. Aprendizaje automático.....	19
2.2.3. Tipos de Aprendizaje Automático.....	19
2.3 Algoritmos de Aprendizaje Supervisado.....	23
2.3.1. Árboles de Decisión.....	23
2.3.2. Bosques Aleatorios.....	24
2.3.3. K-Vecinos más cercanos.....	26
2.3.4. Regresión logística.....	27
2.3.5. Redes Neuronales Artificiales.....	28
2.3.6. Redes Neuronales Convolucionales.....	29
2.4 Lenguaje de Programación.....	33
3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	35
3.1 Introducción.....	35

3.2	Objetivos de Negocio	37
3.2.1.	Objetivo Principal	37
3.2.2.	Criterios de Éxito	37
3.2.3.	Supuestos y Restricciones	39
3.3	Beneficios.....	39
3.4	Determinación de objetivos de minería de datos	40
3.5	Compresión de los datos	40
3.5.1.	Recolección de datos iniciales	40
3.5.2.	Descripción de los datos	41
3.5.3.	Verificación de la calidad de los datos.....	41
3.6	Fase de preparación de los datos	41
3.6.1.	Selección de datos	42
3.6.2.	Construcción de datos	42
3.6.3.	Integración de los datos.....	42
3.6.4.	Formateo de los datos	43
3.7	Fase de modelado.....	43
3.7.1.	Selección de técnicas de modelado.....	43
3.7.2.	Generación del plan de pruebas	44
3.8	Fase de Evaluación de Resultados	45
3.9	Fase de Implementación.....	45
4.	METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.....	47
4.1	Fase de Requisitos	48

4.1.1. Requisitos funcionales	48
4.1.2. Requisitos No Funcionales.....	48
4.2 Fase Diseño	49
4.2.1. Diseño de base de datos	49
4.2.2. Diseño arquitectónico MTV Django.....	50
4.3 Fase de Implementación.....	50
4.4 Fase de Verificación.....	51
4.4.1. Caso 1. Creación de Usuarios para el Ingreso a la Plataforma.	52
4.4.2. Caso 2. Visualización de la Interfaz Web	53
4.4.3. Caso 3. Predicción de Tumores Cerebrales	55
4.5 Fase de Mantenimiento	56
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1 Conclusiones	57
5.2 Recomendaciones.....	58
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
7. ANEXOS.....	66

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Recursos de Hardware	38
-----------------	----------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Observación lateral del cerebro</i>	10
Figura 2. <i>Anatomía de la médula espinal</i>	11
Figura 3. <i>Lóbulos cerebrales</i>	12
Figura 4. <i>Proceso de conversión en tubo emisor de RX. (Bushong, 2010)</i>	15
Figura 5. <i>Imagen de la reconstrucción anatómica de una tomografía</i>	16
Figura 6. <i>Imagen representativa de la máquina de Turing</i>	17
Figura 7. <i>Esquema como del aprendizaje por refuerzo</i>	20
Figura 8. <i>Esquema de un modelo de clustering o agrupamiento</i>	21
Figura 9. <i>Esquema general de un modelo de aprendizaje supervisado</i>	22
Figura 10. <i>Representación de un árbol de decisiones</i>	24
Figura 11. <i>Esquema de un bosque aleatorio</i>	26
Figura 12. <i>Función $\sin(X)$ utilizando método del vecino más cercano, con $k=1$, $k=20$ y $k=40$</i>	27
Figura 13. <i>Esquema del funcionamiento de una red neuronal</i>	29
Figura 14. <i>Buscando un patrón de una imagen</i>	31
Figura 15. <i>Capa de Pooling</i>	32
Figura 16. <i>Procesando datos con una red neuronal convolucional para el conocimiento de dígitos</i>	33
Figura 17. <i>Metodologías más usadas CRISP-DM está constituido por seis fases</i>	36
Figura 18. <i>Comparación de Arquitectura DenseNet y Arquitectura ResNet</i>	44
Figura 19. <i>Cuadro Comparativo de Modelos de Desarrollo de Software</i>	47
Figura 20. <i>Tabla <code>auth_user</code> para el registro de usuarios</i>	49
Figura 21. <i>Arquitectura de la aplicación cliente servidor</i>	50

Figura 22.	<i>Formulario de creación de super usuario.....</i>	52
Figura 23.	<i>Formulario de Creación de Usuario.....</i>	53
Figura 24.	<i>Creación de un usuario sin permisos de Administrador.....</i>	53
Figura 25.	<i>Interfaz web de inicio.</i>	54
Figura 26.	<i>Interfaz sobre la información de las Patologías Cerebrales.....</i>	54
Figura 27.	<i>Interfaz sobre Tumores Cerebrales, y Cerebros sanos</i>	55
Figura 28.	<i>Predicción de Tumores Cerebrales.....</i>	56
Figura 29.	<i>Carpetas de proyecto.....</i>	67
Figura 30.	<i>Clases de proyecto.....</i>	68
Figura 31.	<i>Clase PredicPatología.....</i>	69
Figura 32.	<i>Código para imprimir la predicción.</i>	70
Figura 33.	<i>Vistas.py.....</i>	71
Figura 34.	<i>Archivo views.py.....</i>	71
Figura 35.	<i>Urls.py</i>	72
Figura 36.	<i>Vista ejecución de Django.....</i>	72
Figura 37.	<i>Pantalla Principal de login.</i>	74
Figura 38.	<i>Pantalla de ingreso de usuarios.....</i>	75
Figura 39.	<i>Pantalla de inicio.</i>	75
Figura 40.	<i>Pantalla de información.....</i>	76
Figura 41.	<i>Pantalla informativa.....</i>	77
Figura 42.	<i>Pantalla de predicción.</i>	78

GLOSARIO

Algoritmo: Serie de procedimiento que están estructurados de manera ordenada con una finalidad que es la resolución de problemas.

Cáncer: es una enfermedad genética, se produce cuando las células crecen sin control e invaden, y puede brotar en cualquier parte del cuerpo (Barrios & Garau, 2017).

Células: Es la mínima unidad fundamental y anatómica de los seres vivos (Megías, Pombal, & Molist, 2019).

Cerebro: El cerebro es como una computadora central que controla todas las funciones del cuerpo, además de eso tiene las funciones de sentir, pensar, aprender, almacena recuerdos, la forma de movimiento del cuerpo.

Corteza cerebral: Es una capa externa que cubre al cerebro está formada por un tejido nervioso, y comprende dos hemisferios el izquierdo y el derecho (Rovira, 2018)

Clasificación: En el estudio con Machine Learning la clasificación se puede definir como algoritmo para proceder a clasificar datos en base a un conjunto de información.

Dato: Información que representa un fragmento de una cantidad, descripción o palabra estos pueden tener números, alfabético, algorítmica, etc.

Dicotómicas: Es la elección de dos valores alternos para un estudio comparativo.

Ecografías: Es una prueba de diagnóstico en la cual se puede ver órganos t tejidos del cuerpo (Oleaga, 2018).

Entrenamiento: Conjunto de datos que proceden a dar un modelo.

Etiología: Rama de la medicina que estudia las causas originarias de una enfermedad.

Falso positivo: Es la anomalía o error en el resultado de cálculo esperado en una clasificación binaria, sin embargo, dada que es una condición, la misma puede presentar estos errores según las condiciones a las que se está aplicando.

GPU: Unidad de procesamiento Gráfico

Learning rate: Es un parámetro de ajuste utilizado en el entrenamiento de redes neuronales que determina el tamaño del paso, y se representa con la letra η (Brownlee, 2019).

Machine Learning: Subcampo de la ciencia de la computación, permiten que las máquinas aprendan imitando la forma en que se comportan los seres humanos

Matriz de confusión: Es una matriz en donde se puede supervisar y controlar el desempeño de un algoritmo, ya que es muy intuitiva y sencilla (Barrios J. , 2019).

Métrica: Es la valoración estándar de un elemento el cual se obtiene la precisión y la exactitud. (Barrios J. , 2019)

Overfitting: en español Sobreajuste, es cuando se sobre entrena al modelo y hace que el algoritmo trabaje mal o realice patrones que no son generales por la elaboración de un mal patrón de configuración (Roelofs, y otros, 2020).

Patología: Se encarga del estudio y análisis de una enfermedad en concreto. En la medicina trata de conocer y explicar cambios de estructura en las diferentes células, tejidos y órganos (Velasco, 2020).

Patologías cerebrales: Enfermedades del cerebro

Politómicas: Cuando puedan adquirir tres o más valores.

Protocolo: conjunto de reglas o normas que debe seguir un modelo

Radiografías: Es una prueba utiliza rayos x, para obtener imágenes de tejidos y estructuras internas del cuerpo.

Reconocimiento de tumores: examinar anomalías en el crecimiento de las células.

Red neuronal artificial: Es un modelo computacional formado por un conjunto de nodos llamados neuronas artificiales que al ser conectadas unas con las otras transmiten señales entre sí.

Redes neuronales convolucionales: Es un algoritmo utilizado en Deep Learning en la cual escoge las imágenes y les asigna un peso, para poder diferenciar las unas de las otras. (Silva & Freire, 2019).

Tomógrafo: La máquina que se utiliza para hacer tomografías, que generan imágenes en planos o secciones (Espitia, Mejía, & Arguello, 2016)

Tomografía Computarizada: Herramienta empleada para el estudio de densidad y variaciones que hay en la zona del cuerpo que se desea estudiar con un equipo de rayos x que al final evalúa lesiones en la cabeza.

Tumor cerebral: Es el desarrollo anómalo de las células Alpha que esta localizadas en la zona cortical del cerebro. (Oleaga, 2018)

Validación: En el proceso se comprueba que el software alcanza su objetivo y cumple las especificaciones.

TÍTULO: Reconocimiento de tumores y patologías cerebrales mediante inteligencia artificial.

Autores: Jhonny Paul Cubero Zurita y Segundo Francisco Valle Bautista

Tutor: Mat. Arroba Rimassa Jorge Luciano

RESUMEN

En la actualidad podemos evidenciar que en los últimos años el avance tecnológico ha tenido una gran importancia en el área de la medicina. Los especialistas radiólogos realizan el proceso de comportamiento interno del cuerpo por medio de tomógrafos. Las mismas que por medio de imágenes o películas nos permiten detectar enfermedades y que avanzado se encuentra la enfermedad.

El presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de la identificación de tumores cerebrales, se va a utilizar imágenes generadas por tomógrafos, permitiendo extraer una gran cantidad de información de pacientes atendidos en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo y que cada uno de ellos pueda tener su historial médico de forma electrónica e información importante para su diagnóstico.

Finalmente, de acuerdo con el estudio de modelos de Machine Learning, se realizará la construcción de una red neuronal convolucional con la arquitectura DenseNet, este algoritmo es de vital importancia para el diagnóstico del paciente determinando si este posee o no un tumor cerebral.

Palabras clave: Tumor cerebral/ Algoritmo / Machine learning / Modelo

TITLE: Recognition of brain tumors and pathologies using artificial intelligence.

Authors: Jhonny Paul Cubero Zurita and Segundo Francisco Valle Bautista

Tutor: Mat. Jorge Luciano Arroba Rimassa

ABSTRACT

Currently, it could be seen that in recent years technological progress has been of great importance in the area of medicine. Radiology specialists carry out the process of internal behavior of the body through tomographies, which through images or films allow detecting diseases and knowing how advanced they are.

This work aims to develop the identification of brain tumors, for which images generated by tomographies will be used, allowing a large amount of information to be extracted from patients treated at the Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, so that each of them may have their medical history as well as important information for their diagnosis electronically.

Finally, according to the study of Machine Learning models, the construction of a convolutional neural network with the DenseNet architecture will be carried out. This algorithm is of vital importance for the diagnosis of the patient, determining whether or not they have a brain tumor.

Keywords: Brain tumor / Algorithm / Machine learning / /Model.

TRANSLATION CERTIFICATION: I hereby certify this to be an accurate translation into English of the original document in the Spanish language.

Quito, February 18th, 2022

Signature and seal:



Firmado electrónicamente por:
EDISON ALEJANDRO
ALMACHI MONTAÑANO

MSc. Edison A. Almachi
ENGLISH TEACHER
REG. 1027-2017-1800118

Edison Alejandro Almachi, Mg.

ICN: 1713981817

Authorized Translator of the English/Spanish Language at Instituto Académico de Idiomas – UCE

SENESCYT – Registry Number: 1027-2017-1800118

Language Translator and Interpreter - English - Spanish - English

SETEC – Registry Number: MDT-3104-CCL-261887

Phone Number: 0997630546 / e-mail: eaalmachi@uce.edu.ec

INTRODUCCIÓN

Los pacientes que tienen alguna patología o tumor cerebral realizan varios procedimientos para eliminar la mayor cantidad de células anormales o de masa tumoral. Al verificar la masa del tumor durante la cirugía se analizan con precisión el corte cerebral del área afectada.

El análisis patológico durante la cirugía lleva mucho tiempo, primero un patólogo obtiene la muestra de corteza cerebral debe preparar, teñir y analizar todo el tejido, mientras el cirujano y paciente esperan los resultados para poder realizar la operación.

Mediante la inteligencia artificial y tratamiento de imágenes es posible diagnosticar un tumor cerebral en menor tiempo posible diferenciando del tejido tumoral del tejido sano.

La medicina es el área del conocimiento que se beneficia con la tecnología y áreas del saber como las matemáticas, porque la misma necesita siempre mejorar procesos complicados e imperfectos como el estudio diferencial de diagnósticos a pacientes. Puesto que, se ocupa de efectuar aprendizajes automáticos, sin embargo, la rama de la inteligencia artificial que elabora y experimenta con sistemas que son capaces de absorber un tipo de conocimiento por medio de algoritmos y datos de comportamiento, para este modo perfeccionar los procedimientos de clasificación y pronóstico.

Por esta circunstancia es necesario que los datos se transformen en juicio de comprensión, y a la vez deben ser examinados y procesados a través de herramientas estadísticas complejas y probabilísticas, como se efectúa en varios países, la cual implementa como base la lógica basada en la teoría de casos, redes sinápticas artificiales, clasificadores bayesianos, regresiones logísticas multivariantes o máquinas que realicen funciones de soporte vectorial, entre otros casos. Esto facilitará el diagnóstico clínico de padecimientos como: apendicitis aguda, cáncer de mama o hepatopatía crónica. Esta investigación se basa

en conceptualizaciones básicas del IA, referencias sobre la temática, ejemplos y mecanismos de aprendizaje automático en procedimientos de diagnóstico clínico (Álvarez, Quiroz, & Cortés, 2020).

1. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

El Hospital de Especialidades Eugenio Espejo cuenta con un servicio de Radiología el mismo que ayuda a los pacientes hospitalizados a la realización de tomografías y ecografías permitiendo así a los doctores una ayuda para el diagnóstico de las enfermedades del paciente en las diferentes áreas.

Esta casa de salud siendo un hospital de tercer nivel con mayor fluidez de pacientes, cuenta con un solo equipo para la emisión de las tomografías la misma que ya tiene años de utilización y la mayoría de las imágenes no poseen una nitidez necesaria para la verificación de las patologías del cuerpo humano.

A pesar de contar con un tomógrafo los médicos tratantes presentan dudas al determinar el tratamiento de las enfermedades enviando a los pacientes a realizar un examen explicito para determinar con mayor eficiencia la patología presentada.

Los tumores cerebrales son la causa más común de muerte neurológica constituyendo un margen del 2 % de total de las neoplasias en el adulto y el 20% en niños.

En los últimos años se ha demostrado un incremento en el diagnóstico de los mismo, atribuible al desarrollo de nuevos mecanismos de Imagenología para determinar algunas características del tumor, como su tamaño y la zona afectada en el cerebro, depende de la localización del tumor que incluye en el pronóstico, donde el comportamiento neuroquirúrgico y el método que realizar el paciente.

Los tumores cerebrales como estadística mundial representan el 5 % de casos por cada 100.00 pobladores con una tasa morbilidad del 2.6 pacientes representando el 50% de los casos registrados por cada 100.00 habitantes, los episodios de tumoraciones cerebrales fluctúa entre 10 a 17 personas por cada 100.000 habitantes en un año según los datos establecidos por la red de salud de Estados Unidos de América, la constancia de los tumores existe en personas de 75 a 84 años y de igual mente con las estadísticas nos representa la tercera causa de mortalidad por cáncer.

En Ecuador existe el Portal Web de registro de Tumores Solca, es la fundación en lucha contra el cáncer del Ecuador SOLCA, tiene como objetivo de difundir e integrar las estadísticas de cáncer, sobre la incidencia, tendencia y mortalidad que presentan los registros de información de la utilidad para la vigilancia y el control de cáncer en Ecuador y sirve para la investigación epidemiológica en cáncer.

Para establecer los asuntos que están relacionados con tumoraciones cerebrales en la provincia de Pichincha (Quito) se tomó como referencia un muestreo aleatorio efectuado en el área de Neurocirugía del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE) existe un incremento de atenciones para personas que presentan un cuadro que tienen tumores cerebrales, en este caso el índice más alto es de mujeres en esta casa de salud.

Para verificar este estudio se ha realizado una muestra en base a una hoja de datos que se tiene en el área de Neurocirugía y fueron tomados a los diferentes pacientes que ingresaron a la casa de salud con presencia de tumor cerebral e igual manera fueron sometidos a cirugía (Mosquera, 2017, pág. 1).

Un estudio realizado en el 2016 las mujeres tuvieron un alto grado de presencia mayor a los hombres, presentando una incidencia con 52 pacientes mujeres versus los 35 casos de hombres. De igual forma el estudio en el 2017 se encontraron 25 mujeres y 21 hombres.

Según Cortez (2017) “Debemos tomar en cuenta que el HEEE es un hospital de referencia a nivel nacional y que vienen pacientes de todas las provincias por eso debemos poner atención en este tema particular” (pág. 2). En los tumores más comunes se encuentran los hemangiomas, pero nos preocupa significativamente que hay 20 casos con glioma grado 4 porque su pronóstico es malo, o sea su expectativa de vida corta. Los datos de registro hospitalario de SOLCA Quito nos indica que existe un índice de tumores cerebrales en 2014 fue de 27 hombres y 28 mujeres, con las estadísticas del 2015 el número de casos fueron de 20 hombres y 16 mujeres.

Los estudios que realiza la “Asociación Española contra el Cáncer” (AECC) en menores de edad, la cual presentan tumores cerebrales son la segunda forma más común de cáncer luego de eso está la leucemia. Sin embargo, los tumores cerebrales en pacientes mayores de edad presentan el décimo tercer lugar de todos los tumores malignos, puesto que ahí erradica la muestra de estudio, la repercusión al año presenta un 4,8 y 10,6 por 100 mil habitantes, en los Estados Unidos de América puede variar la cifra en diferentes regiones (Saz, 2018, pág. 45).

El estudio para poder determinar si existe presencia de células cancerígenas se recomienda utilizar rayos X, imanes de alta frecuencia o sustancias radiactivas para este modo generar iconografías del encéfalo y columna vertebral (zona cervical). Sin embargo, se emplea el método de resonancia magnética (MRI) y las tomografías computarizadas (CT), ya que las mismas son efectivas y tiene mayor exactitud para diagnosticar una anomalía en la zona del encéfalo, con esto podemos determinar si existe un tumor en encefálico, con este resultado los médicos también pueden tener una idea sobre qué tipo de tumor podría ser, basado en la ubicación y como luce (Cáncer, 2019, pág. 1).

1.2 Planteamiento del problema

Debido a que el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, tiene un área de Neurología en donde se encuentran los pacientes con patologías cerebrales, ayudando a los especialistas tratantes efectuar procedimientos exactos para tratar dichas enfermedades. Para poder diagnosticar el tipo de patología que tienen los pacientes, el médico tratante realiza tomografías cerebrales el que permitirá verificar el área donde se encuentra la patología.

A pesar de que esta casa de salud cuenta con un tomógrafo, las imágenes obtenidas del equipo no son suficientes para realizar la toma de decisiones del tratamiento de la enfermedad por lo cual es necesario la realización de exámenes más detallados, ya que las

debilidades de las tomografías cerebrales emitidas por el tomógrafo es la mala calidad de imagen esto se debe a que el estado del equipo ya tiene años de vida útil.

Por tal razón, los nuevos requerimientos tecnológicos, humanos y de gestión, exigen a que las tomografías cerebrales con lleven un tratamiento adecuado optimizando así el diagnóstico del paciente. Proporcionando a los médicos tratantes un medio tecnológico para poder detectar el cerebro mediante imágenes, si están afectado por algún tumor cerebral o si se encuentra sin ninguna patología para así poder tomar un tratamiento de la enfermedad a tiempo.

1.3 Hipótesis y justificación

1.3.1. Hipótesis

¿Se puede predecir una patología o tumor en el cerebro mediante las tomografías aplicando un modelo matemático y la utilización de Inteligencia Artificial?

1.4 Justificación

Realizamos este proyecto de investigación con la finalidad de profundizar el conocimiento de la Inteligencia Artificial realizando una investigación y desarrollo para el beneficio de la sociedad y salud.

El desarrollo de métodos y modelos inteligentes para poder realizar una detección de tumores o anomalías en las zonas cerebrales basado en el uso del Machine Learning, con esta investigación y modelo se puede obtener una ayuda a la comunidad médica para que puedan realizar una detección temprana de alguna patología en el cerebro y dar un tratamiento temprano al paciente.

Realizada la investigación sobre la importancia de la Inteligencia Artificial y la medicina, se desarrolla un modelo predictivo por medio de imágenes o tomografías, encontrar las patologías y tumores en algunas zonas del cerebro y así implementar una página web en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo ayudando con el diagnóstico y tratamiento a los pacientes.

1.5 Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Desarrollar e implementar una página web utilizando técnicas de modelos predictivos por medio de imágenes o tomografías del cerebro para el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo ayudando así con el diagnóstico y al tratamiento de las patologías Cerebrales.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar una página Web en cual se pueda cargar la imagen de la tomografía para su predicción de la patología de tumor cerebral.
- Implementar el modelo obtenido en el sistema.
- Realizar el levantamiento de las imágenes de tomografías cerebrales para la obtención de las técnicas predictivas.
- Analizar las técnicas necesarias de predicción por medio de imágenes que permita tener un mejor resultado en base de datos recolectados.

1.6 Alcance

El proyecto abarca el desarrollo de una aplicación informática (página web) que permite la predicción de un tumor cerebral mediante el estudio de tomografías utilizando inteligencia artificial.

El modelo por entrenar se lo realizara en Python, pudiendo servir como datos de entrada (imágenes de tomografías en formato .jpg) información existente en una base de datos en el Hospital Eugenio Espejo.

Las principales acciones de este aplicativo web es dar información de un resultado optimo y que garantice un posible tratamiento por parte de la comunidad médica para un paciente que tenga un tumor.

1.7 Limitaciones

En el desarrollo del aprendizaje automático una de la principal limitante es el poder computacional, donde se debe utilizar computadoras con características potentes de rendimiento y estabilidad, y dar un resultado óptimo. Para resolver este problema trabajaremos con una cantidad de imágenes adecuadas para que el rendimiento de nuestro equipo no sea afectado, pero tener un buen resultado.

Dentro de la propuesta se utilizará técnicas o herramientas de aprendizaje automático que existen para detectar tumores y patologías cerebrales, utilizando imágenes deficientes y de distintas capas que hayan sido obtenidas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual

2.1.1. Tumor Cerebral

La denominación de tumor cerebral se conoce como la asiduidad de una masa dañada que aumenta de tamaño en la zona afectada del encéfalo. No obstante, las tumoraciones que van creciendo en el propio encéfalo se conocen como primarios y los que se forman de manera secundaria, se denominan metastásicos, porque se crean en otra zona del cuerpo, por ejemplo, la zona pulmonar o el seno u otro origen en el momento de su evolución se propaga al cerebro (Segura, 2019, pág. 1).

2.1.2. Anatomía Tumor Cerebral

El cerebro es el principal órgano que tiene la estructura principal es la responsable de coordinar y controlar del cuerpo humano.

Estos presentan una masa blanda que se localiza en la zona del cráneo y las meninges del encéfalo la cual se protegen por los huesos del cráneo. El cerebro está conformado por líquidos cefalorraquídeos que riegan a todo el cerebro y se mueve por medio de las meninges o los ventrículos cerebrales.

El cerebro humano es una estructura muy compleja que realiza procesos muy complejos, tiene el acceso a gran cantidad de información de forma continua.

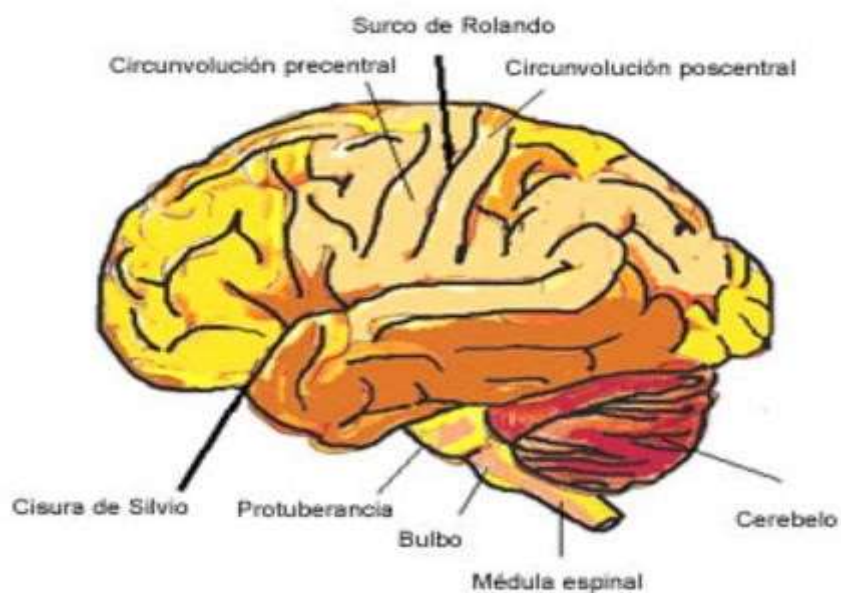
El encéfalo está conformado por un musculo denominado cerebro que pesa aproximadamente 1500 gr y se divide en dos hemisferios cerebrales (izquierdo y derecho), presenta un tallo encefálico. El cerebelo pesa aproximadamente 50 gr la funciones controlar

el equilibrio dinámico del cuerpo y orientación del mismo con ayuda de la zona lobular temporal que cuida la presión y equilibrio del cuerpo observe en la Figura 1, esta misma se conecta con el bulbo raquídeo o (medula oblonga) la cual se conecta directamente con la médula espinal en la Figura 1 y 2.

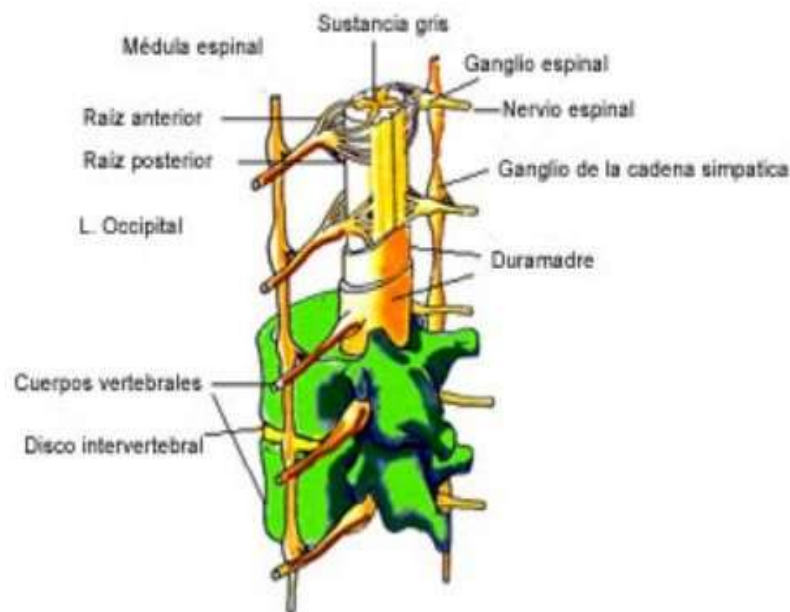
Sin embargo, esta estructura está protegida por una masa ósea llamada cráneo y la médula espinal por la columna vertebral, en ellas se encuentran una serie de capas denominadas meninges, la cual realizan funciones sinápticas de conexión del SNC y SNP y se conforman por (duramadre, aracnoides y piamadre), además protegen a las estructuras blandas del cerebro y a la médula espinal (Segura, 2019, pág. 2).

Figura 1.

Observación lateral del cerebro.



Nota: Tomado de: (Segura, 2019)

Figura 2.*Anatomía de la médula espinal.***Nota:** Tomado de: (Segura, 2019)

El cerebro a su vez está dividido en dos hemisferios unidos por un cuerpo calloso y se divide en 4 lóbulos cerebrales interconectados por sustancias de color blanco y gris véase la Figura 3:

Frontal: Se localiza en la zona frontal del cuerpo tiene como función primordial ejecutar funciones de habla, razonamiento, lenguaje, emociones de alegría e ira y recuerdos.

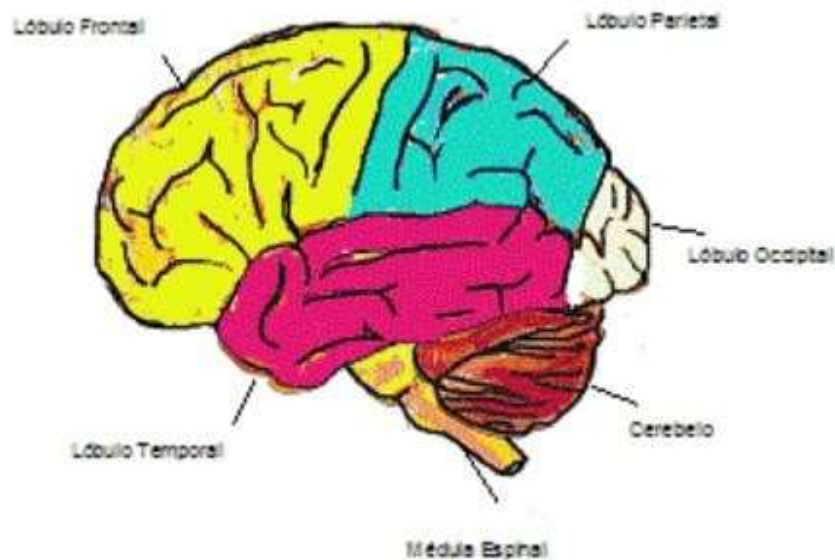
Parietal: Realiza las funciones de dérmicas como contacto, el dolor, la temperatura y maneja el descifrado del lenguaje.

Temporal: Funciona como regulador del equilibrio con ayuda de la trompa de eustaquio, además ayuda a la memoria, audición y mecanismo de concentración.

Occipital: Tiene como función controlar la visión y programación de recuerdos a corto y largo plazo.

Figura 3.

Lóbulos cerebrales.



Nota: Tomado de: (Segura, 2019)

2.1.3. Etiología

La mayoría de los tumores no se tiene información que determine el factor que los puede producir. Pero en múltiples investigaciones se ha llevado a la conclusión de que los factores externos influyen de manera considerable en el desarrollo de la enfermedad, no obstante, se considera que también por procesos genéticos hereditarios se puede formar tumoraciones cerebrales.

2.1.3.1. Factores genéticos.

La genética en los humanos es muy compleja, lo que implica el riesgo de transmisión en el desarrollo de los tumores cerebrales, Actualmente las investigaciones no indican que los tumores sean hereditarios, pero si hay afección en los cromosomas generando ciertos criterios

la cual se postula una teoría de origen genético. Si existen síndromes hereditarios en los que los tumores cerebrales forman parte del globo.

2.1.3.2. Cambios en los cromosomas.

El cariotipo de los seres humanos presenta un total de 23 pares de cromosomas, sin embargo, hay cambios conocidos y descritos en algunos tumores cerebrales como los oligodendrogliomas que afectan a los pares cromosómicos 1 y 19, la cual permite tener Aseveraciones de dichas complicaciones que ayudan al tratamiento de los mismo.

2.1.3.3. Traumatismos.

Los extensos estudios del ser humano en comprender las diferentes enfermedades que existen en ocasiones son contradictorios, ya que establecer entre relación causa y efecto entre traumatismo y tumor cerebral.

2.1.3.4. Radiaciones.

Actualmente los tipos de radiaciones generan daños colaterales o crean secuelas la división celular creando mutaciones o alteraciones al cariotipo genético. Pero en este proceso las radiaciones que afectan son las ionizantes que se emplean en el diagnóstico, y están presentes en los rayos X o gamma, la cual afecta en los tratamientos de radioterapia de otras tumoraciones.

2.1.3.5. Virus.

En las diferentes investigaciones que realizan con el estudio de tumores cerebrales no se ha podido establecer al menos una clara asociación entre ciertos virus y el desarrollo de virus.

2.1.3.6. Sustancias químicas.

Las variaciones de los compuestos químicos que se utilizan en farmacología tienen la versatilidad de crear tumoraciones en la zona cerebral de manera directa o indirecta, sin embargo, las sustancias que tienen elementos nitrosos que están en el ambiente producen enfermedades cerebrales como tumores, encefalopatía entre otras disfunciones.

2.1.4. Tomografías

Desde la aparición de los rayos X como mecanismo para escanear al cuerpo, se creó la era de la radiología, porque la misma presenta mucha información valiosa sobre la estructura interna del cuerpo, porque ayuda a efectuar diagnósticos precisos de una enfermedad. Pero el diagnóstico era tradicional porque tenía muchas desventajas como son:

- Las formas se observaban de manera bidimensional, y a la vez crea diagnósticos errados porque parte de un supuesto.
- Las densidades óseas y musculares no se podían distinguir con facilidad ya que no se conocía el peso de cada parte del cuerpo de manera global.

Por esta causa, la radiología tradicional soluciona los problemas por medio de tomografías. Con las tomografías de tipo axial computarizada realiza una reconstrucción con diseños computarizados en un plano de 3D.

Para efectuar los cortes anatómicos de reconstrucción es necesario estudiar un proceso que está diseñado en base a ecuaciones matemáticas que se adaptan al computador, denominadas algoritmos. Este paso es necesario para diseñar imagen de manera correcta y a la vez ser representada para ejecutar el análisis.

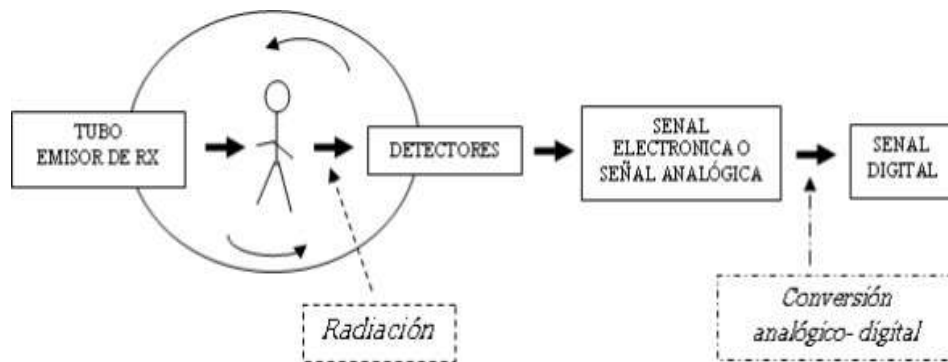
La problemática de esta técnica tradicional es que la zona de estudio se proyecta de manera tridimensional, y al efectuar dicho método se programa de manera bidimensional. Por esta razón no tiene la nitidez deseada, porque la superposición de imágenes en la

estructura anatómicas de la región se basa en una posibilidad o inferencia de la misma (Bushong, 2010, pág. 120)

Los detectores de radiación se transforman en señales electromagnéticas creando respuestas analógicas que a la vez se digitalizan en un mapa de frecuencia, la cual ofrece dos parámetros de respuesta unos (1) es positivo y cero (0) es negativo, cabe destacar que este parámetro justifica si se detectó o no la frecuencia.

Figura 4.

Proceso de conversión en tubo emisor de RX. (Bushong, 2010)



Nota: Tomado de: (Bushong, 2010)

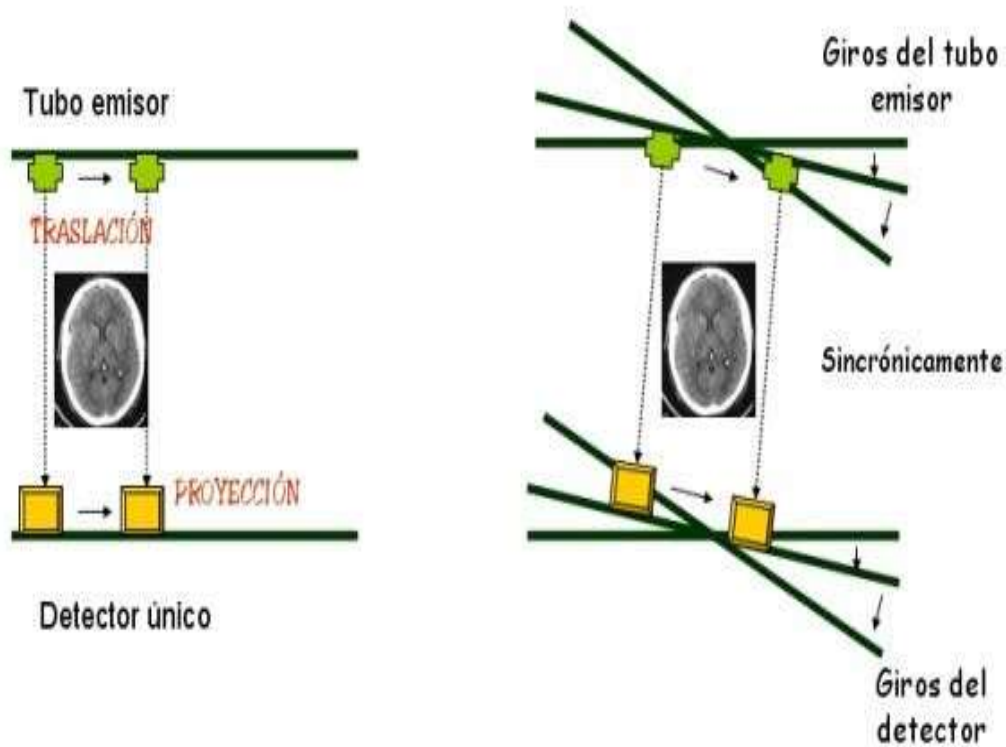
La exactitud que se forma en la imagen en el TC es complicada y se necesita sapiencias en el área de física, e ingeniería de informática. Porque “la serie de fuentes de Rx-detector realiza un barrido o Traslación a través del paciente, las estructuras internas del sujeto atenúan el haz en función de la densidad y del número atómico de los tejidos de la zona” (Bushong, 2010).

La fuerza de la radiación se manifiesta en función del patrón o espectro que forma un trazo de intensidad o una proyección colineal, procesando un barrido en la señal del detector y la transforma de manera proporcional a la atenuación de las efectuado formando moléculas atómicas internas, el cual refracta otra proyección que se denomina segunda fuente.

El análisis de datos lo efectúa la máquina, la cual debe tener una superposición segura de cada trazo proyectado, para así reconstruir la morfología de la estructura estudiada como se observa en la Figura 5.

Figura 5.

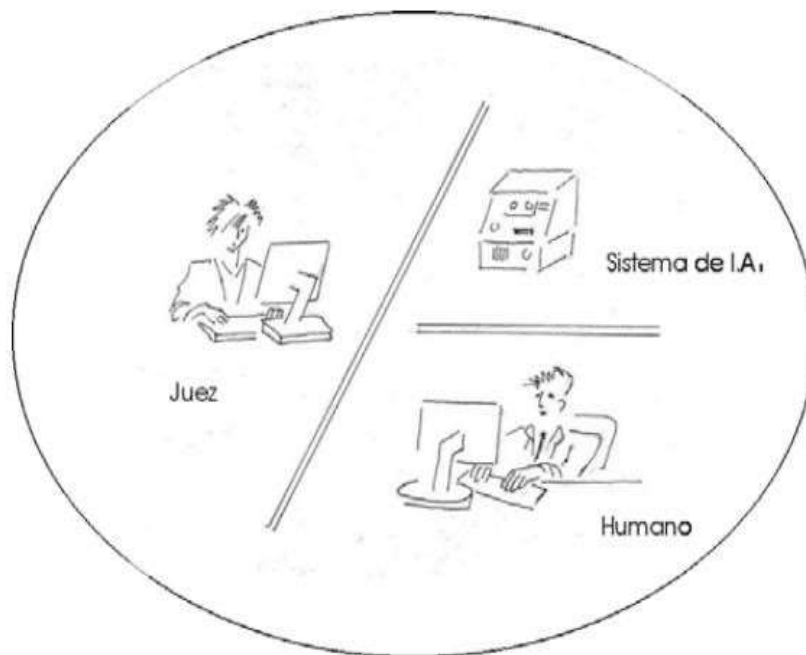
Imagen de la reconstrucción anatómica de una tomografía.



Nota: Tomado de: (Bushong, 2010)

2.2 Inteligencia Artificial

Alan Turing se considera el padre de la Inteligencia Artificial, entre sus comentarios predijo que la maquina podría llegar a ser igual que la inteligencia humana. Para determinar la inteligencia de una maquina en el año de 1950 propuso la Prueba de Turing, La prueba o test de Turing establece que una persona (juez) mantiene una conversación por medio de teclado con el sistema de inteligencia artificial y con un humano.

Figura 6.*Imagen representativa de la máquina de Turing***Nota:** Tomado de: (Molla, 2016)

Según lo manifestado por (Saavedra, 2015) la inteligencia artificial ha crecido al pasar los años, pero:

En la última década se patenta por un sendero de enormes cambios, muchos de ellos imperceptibles directamente por las mayorías; pero cuyo trasunto abarca y seguirá abarcando un sinnúmero de actividades ya que: los adelantos tecnológicos no tienen precedentes en la historia, ya que han impulsado la gestión del conocimiento a tiempo oportuno en los más altos niveles de la toma de decisiones, no tan solo en el gobierno sino también en el sector privado empresarial. La función de inteligencia como elemento de política pública a nivel nacional y estratégico está experimentando cambios importantes dentro de la sociedad global e interdependiente actual. (pág. 79)

La definición de Ardilla (2010) genera una implicación de la “Potencia intelectual con la facultad de conocer, entender o comprender” (pág. 99). Teniendo claro que la inteligencia y la inteligencia artificial lleva el mismo concepto, pero debe ser aplicado a las maquinas.

Generando ambos conceptos de manera similar se puede expresar de Minsky (1999) como se citó en Fajardo (2021) “La Inteligencia Artificial es la ciencia de erigir máquinas para que hagan realicen trabajos que los humanos no pueden realizar de manera directa sin afectar a la salud del mismo” (pág. 43).

2.2.1. Áreas de aplicación de la IA

La IA existe en diferentes áreas donde su participación es mayor o menor medida. A continuación, se comenta algunas de las áreas:

- **Aprendizaje.**

El aprendizaje autónomo es el subconjunto de inteligencia artificial que se centra en el desarrollo de sistemas que aprendan o mejoren el rendimiento.

- **Problemas de percepción: visión y habla.**

Reconocer objetos, detección de piezas por medio de visión, apoyo en el diagnóstico médicos.

- **Robótica.**

En la actualidad existen gran cantidad de robot que nos ayudan a mejorar la calidad de vida del ser humano existen: navegación de robots móviles, control de brazos de robots, ensamblaje de piezas, etc.

- **Tratamiento de lenguajes naturales.**

Este campo se puede englobar aplicaciones que ayuden al ser humano como traductores entre idiomas, interfaces hombre-máquina ayudando a examinar en una base de datos de manera que la comunicación sea mucho más amigable al usuario.

2.2.2. *Aprendizaje automático*

Parte de la inteligencia artificial que tiene como fin desarrollar técnicas que facilitan a los computadores obtener capacidades de aprendizaje, sin ser programados de manera explícita como expresa Samuel, (1959) como se cito en (Ramírez, 2018)

El aprendizaje se refiere, a un amplio espectro de situaciones en las cuales el aprendiz va adquiriendo conocimiento esto incrementa sus habilidades para realizar determinadas tareas. El aprendizaje aplica restricciones a determinada información para construir una representación apropiada de acuerdo con la información de la realidad o de algún proceso que se realice.

En el aprendizaje automático es considerado como una problemática mayor porque manifiesta que el aprendizaje debe consistir en la resolución de problemas, y esta debe ser capaz de reconocer la situación de la problemática y reaccionar usando lo aprendido.

2.2.3. *Tipos de Aprendizaje Automático*

2.2.3.1. Aprendizaje por refuerzo

El aprendizaje por refuerzo es un procedimiento de aprendizaje sistémico porque este se fundamenta en el reconocimiento de comportamientos adquiridos y a la vez debe castigar o evitar los comportamientos no deseados. Sin embargo, en este aprendizaje los problemas que

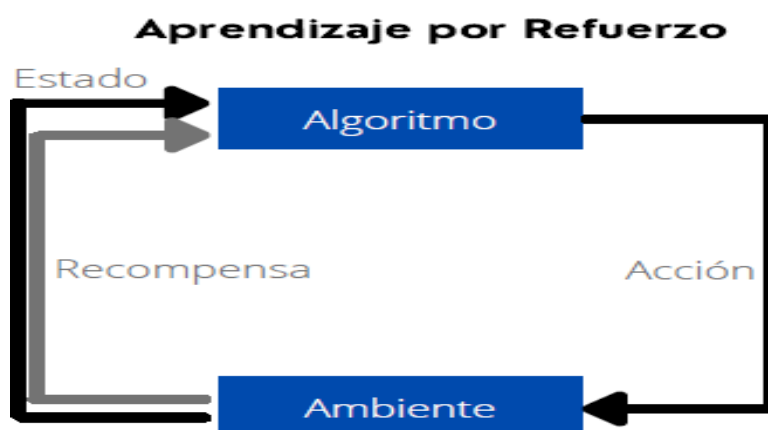
se tiene al no ser supervisados solo reciben realimentación o refuerzo (por ejemplo, gana o pierde).

El objetivo del aprendizaje por refuerzo es aprender a mapear acciones o situaciones para tener como una cierta función de recompensa. El agente que es puesto a prueba en el aprendizaje por refuerzo aprende por prueba y error en un ambiente incierto o dinámico. Porque esta traza en los objetivos un elemento de estímulo y a la vez genera solución a los problemas planteados de manera óptima.

No obstante, el juego es el campo más empleado para probar el aprendizaje por refuerzo. Porque en algunos juegos como AlphaGo o Pacman se observa esta técnica. En este caso, la persona o elemento absorbe la información sobre las pautas y directrices del juego y aprende a jugar por sí solo. Al principio, evidentemente, se comporta de manera aleatoria, pero al pasar el tiempo el mismo evoluciona y hace movimientos nuevos. Aunque este aprendizaje se emplea en el área de la robótica, ayuda a la optimización de recursos o sistemas de control (Sanchez, 2020, pág. 1).

Figura 7.

Esquema como del aprendizaje por refuerzo.



Nota: Tomado de: (Sanchez, 2020)

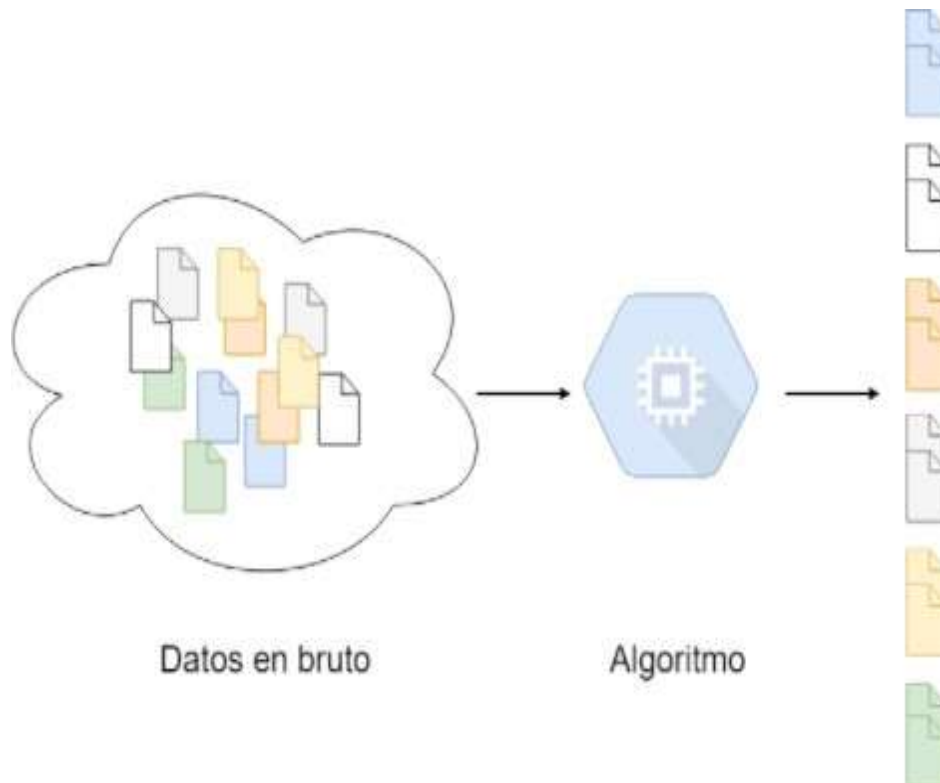
2.2.3.2. Aprendizaje no supervisado

Este paso es más complicado porque el aprendizaje no supervisado, no hay conocimiento del mismo, porque las reglas no conforman las tuplas (X, Y) , sino solo X .

El objetivo principal del aprendizaje no supervisado es modelizar la estructura o distribución de los datos para tener información y poder aprender más sobre ellos. Los algoritmos sirven para descubrir y presentar estructuras interesantes en los datos.

Figura 8.

Esquema de un modelo de clustering o agrupamiento.



Nota: Tomado de: (Gonzalo, 2018)

Como resumen se puede decir que se pueden ser agrupados en algoritmos de clustering y algoritmos de asociación.

2.2.3.3. Aprendizaje Supervisado

Este tipo aprendizaje es indispensable que la serie de datos etiquetados, porque los datos de entrenamiento están cargados para deducir una función específica y a la vez haga mejor las entradas y salidas. Esto quiere decir que se tiene datos de entrenamiento la cual consta de tuplas (X, Y) , siendo la variable X entra y la variable Y la salida.

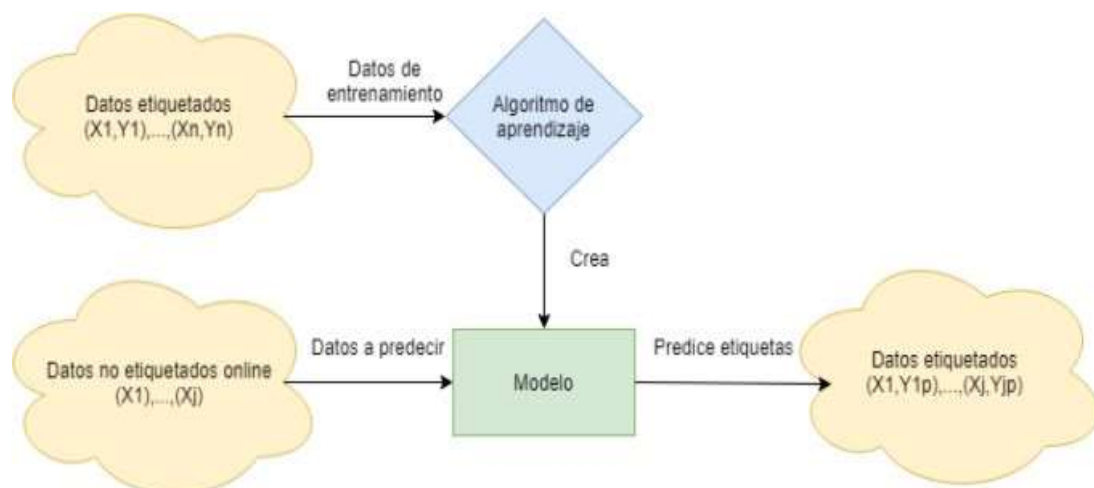
La variable Y puede ser cuantitativa en el caso de problemas de regresión o cualitativa en el caso de problemas de clasificación.

La interpretación de los datos puede generarse de dos maneras:

- **Cuantitativa:** Los datos numéricos generan repuestas estadísticas exactas, establecidas por probabilidades de frecuencia o casos aleatorios.
- **Cualitativa:** Esta información se maneja de manera secuencial y por casos no numéricos sino de formas, tipos o casualidades la cual pueden describir cierto comportamiento.

Figura 9.

Esquema general de un modelo de aprendizaje supervisado.



Nota: Tomado de: (Gonzalo, 2018)

2.3 Algoritmos de Aprendizaje Supervisado

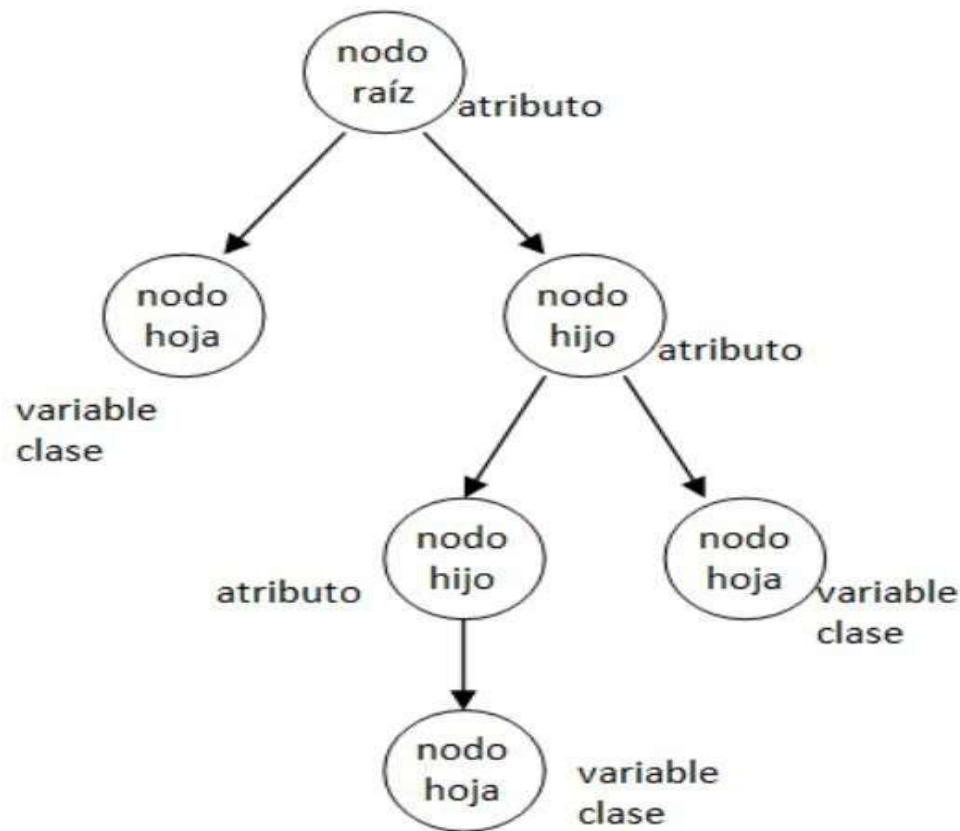
2.3.1. Árboles de Decisión

Los árboles de decisión son mecanismos de aprendizaje que se aproximan a un objetivo de valores discretos. Puesto que la funcionalidad del objetivo se representa mediante esta estructura. Sin embargo, la finalidad de este tipo de modelo es de manera inductiva, ya que la primicia de este tipo es la observación directa, y la construcción de mundos lógicos y secuenciales se forman según el algoritmo programado. Esta herramienta estipula una predicción basada en reglas, la cual representa y categoriza las condiciones que pueden ocurrir de manera sucesiva, y a la vez generar respuestas automáticas a los posibles problemas que pueda ocasionar.

Por esta causa, los conocimientos adquiridos durante el aprendizaje inductivo se representan en forma de árbol gráfico, porque la misma representa una serie de nodos, hojas y ramificaciones que conforman la red de aprendizaje. Sin embargo, para definir cada parte de puede mencionar que los nodos son las raíces, la cual son la zona principal para el proceso de clasificación. Puesto que estos se observan en nodos internos o nodos filiales, la cual generan las preguntas acerca del atributo o problema estipulado. Los nodos finales u hoja representan la decisión tomada, y esta debe coincidir con una de las variables o con el problema a solucionar (Charri, Hernández, Jimeno, Guillen, & Moreno, 2018).

Figura 10.

Representación de un árbol de decisiones.



Nota: Tomado de: (Charri, Hernández, Jimeno, Guillen, & Moreno, 2018)

2.3.2. Bosques Aleatorios

Los random forest o en español bosques aleatorios son una variedad de bagging que están diseñadas para trabajar en conjunto con el árbol de decisión. Porque las muestras bootstrap generan un bagging, la cual introducen una propiedad de aleatoriedad y a su vez produce múltiples árboles, para este modo obtener respuestas rápidas y efectivas, sin embargo, en ciertas ocasiones no son diferentes. Es decir, suele producirse copias entre los árboles, ya que algunos presentan formas iguales en los datos, fundamentalmente en la zona

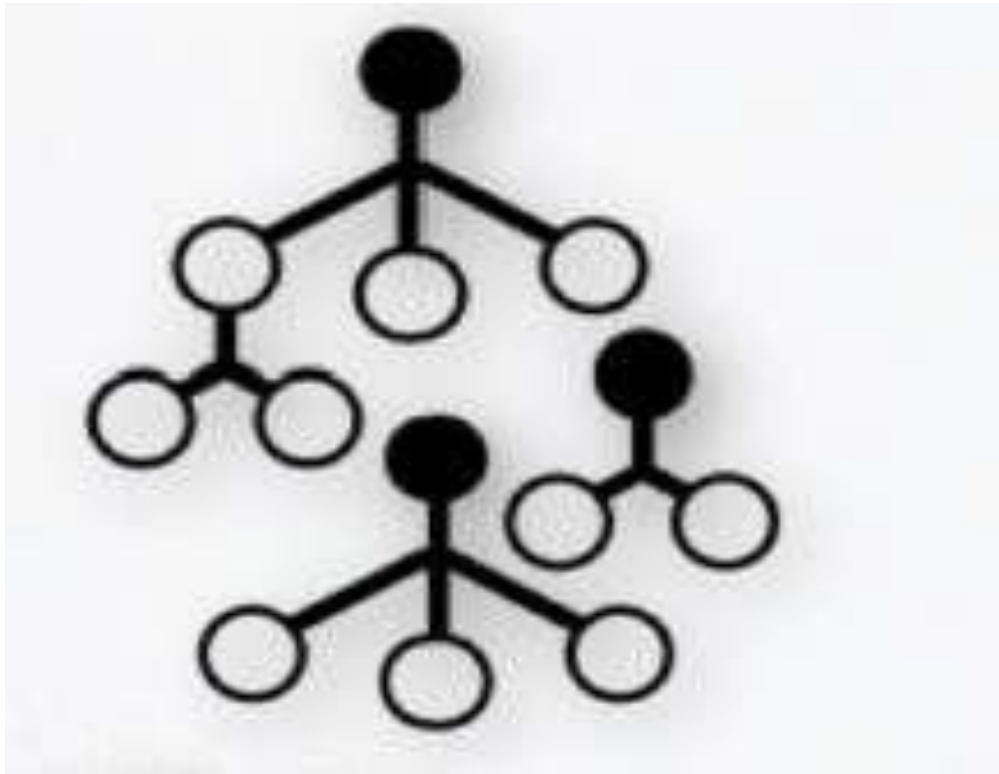
alta, pero al descender se diferencian de manera simple porque han creado otro tipo de configuración.

Este procedimiento se define como la correlación entre árboles y ocurre cuando el árbol primario es el modelo adecuado para descifrar la relación existente entre los predictores y la respuesta, esto denota que cuando el árbol predictor es sólido, o muy relevante, siempre va a estar en el primer corte (Breiman, 2001, pág. 201).

No obstante, al promediar muchas variables que son altamente correlacionales se puede producir una disminución de la varianza menor, sin tener que promediar las variables encorraladas. Este tipo de solución ocurre cuando al incluir una aleatoriedad al proceso de creación de los árboles, genera una abertura y a la vez no dejan de estar correlacionadas. Pero para los autores (Aksu & Dogan, 2019, pág. 115), al introducir una propuesta de aleatoriedad en la elección de las variables de cada corte (Breiman, 2001, pág. 205), postuló un algoritmo único el cual se denominados bosques aleatorios.

Pero en la elaboración de cada árbol a la vez se construye el bosque, y este efectúa una serie de cortes binarios, porque para cada corte hay que elegir una variable predictora y esta tiene que modificarse de manera intercalada antes de hacer cada uno de los cortes, puesto que todas las “ p ” variables predictoras, se seleccionan al azar $m < p$ predictores que van a ser los candidatos para el corte.

En definición se puede decir que es un modelo de clasificación o regresión que mejora la precisión de un árbol de decisión simple lo cual genera múltiples árboles de decisión y se puede tomar como un voto de mayoritario el cual se podría predecir el resultado, con una variable continua puede ser la edad, para un problema de regresión y una variable discreta puede ser negro, blanco o rojo.

Figura 11.*Esquema de un bosque aleatorio.*

Nota. Tomado de: (TIBC, 2019)

2.3.3. *K-Vecinos más cercanos*

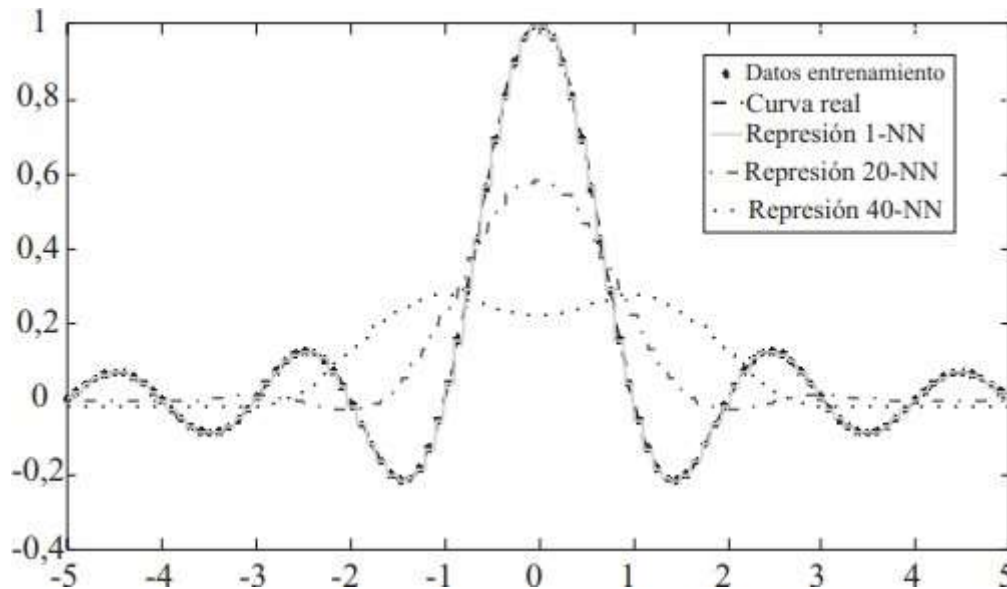
El procedimiento de K-vecinos es la aproximación sencilla programada de tipo no paramétrica, porque se basa en el fundamento del vecino más cercano, esto tiene como método estimar el valor de un dato desconocido a partir de las características del dato más próximo, según la medida de similitud o distancia.

Para aplicar este método tiene reglas de propiedades estadísticas bien establecidas y facilidad de aplicación a sistemas reales. Porque el mismo se puede ampliar un grupo de datos, la cual se conocen como K-vecinos. Puesto que, al disponer varios vecinos, se puede crear un tipo de seguridad ante el ruido y se mitiga curva de estimación. (Delgado, Martín, Hernández, Orozco, & Lorenzo, 2016, pág. 565).

Este procedimiento se adecua facilmente a la regresión de funciones con valores continuos (Delgado, Martín, Hernández, Orozco, & Lorenzo, 2016).

Figura 12.

Función sen (X) utilizando método del vecino más cercano, con $k=1$, $k=20$ y $k=40$.



Nota. Tomado de: (Germán Morales, Mora, & Vargas, 2008)

2.3.4. Regresión logística

La regresión logística es el procedimiento mediante el cual, los métodos estadísticos corresponden a la variación del caso en el que se valora la contribución de los múltiples factores que ocurren en una eventualidad normal. Este método es acertado cuando la variable de respuesta absorbe categorías, como mejora mucho, empeora, se mantiene, mejora, mejora mucho. Sin embargo, es de utilidad cuando son dos opciones de respuesta. Porque si presenta opciones múltiples genera promedio de respuesta la cual no se hace segura la respuesta.

El método de la regresión logística es la extensión de la regresión lineal que se usa para tareas de clasificación, significa que la variable de salida es binaria. Como ejemplo

podemos tener en la utilidad para clasificar a los clientes según la probabilidad de que paguen un préstamo o no.

2.3.5. Redes Neuronales Artificiales

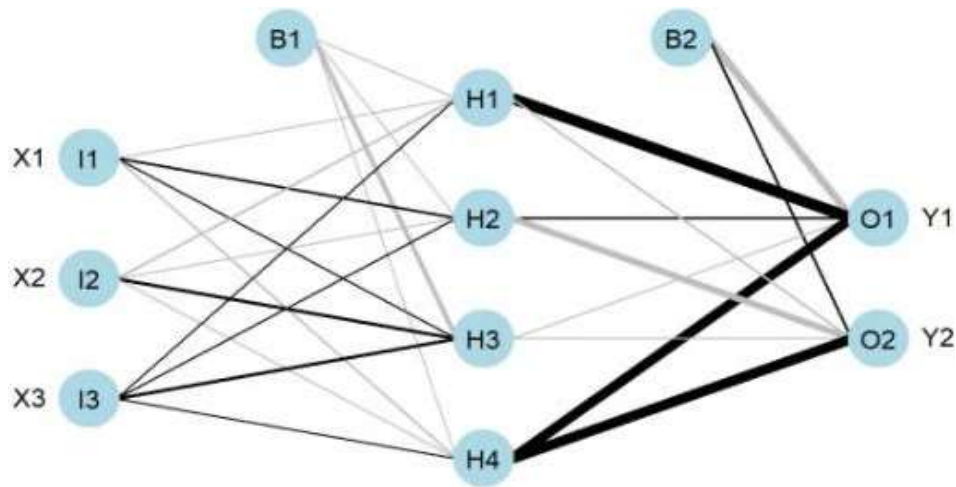
Las redes neuronales propuestas por McCulloch, Pitts (1943) como se citó en Piccinini (2004) las denominan como neuronas artificiales (artificial neural network; ANN), puesto que ellas son un mecanismo de aprendizaje supervisado que sobresale por generar modelos con un alto número de parámetros, y estos a la vez se adecuan para trabajar sobre las problemáticas que van a presentar de manera estructurada y a la vez pueden subyacer de manera complejas para la interpretación.

Por esta circunstancia apareció el método SVM y boosting, y el mecanismo ANN perdió esencia popular por tener fallas en el proceso, pero últimamente se ha vuelto a ganar la confianza ya que la estructura teórica y experimental son la base primordial, para elaborar otras redes artificiales de neuronas. Sin embargo, el diseño y el entrenamiento de una ANN necesita más tiempo de trabajo y experimentación que otros algoritmos de AE/ML. Porque absorbe un número alto de hiperparámetros, la cual lo convierten en un inconveniente complicado de manejar.

Los métodos de aprendizaje supervisado son mecanismos que realizan una o varias transformaciones del espacio de las variables, porque de ahí es necesario realizar la representación de los datos de manera eficiente y correcta. A pesar de que la red neuronal básica debe efectuar las dos transformaciones de los datos, es necesario ingresar los datos de manera manual y aquí se genera otro modelo que emplea tres capas: capa de entrada (*input layer*) X, capa oculta (*hidden layer*) con M modos, capa de salida (*out layer*) Y.

Figura 13.

Esquema del funcionamiento de una red neuronal.



Nota. Tomado de: (IBM, 2021)

Hay distintas formas de construir redes neuronales. Las simples se denominan *feedforward* o *multilayer perceptron*. Las cuales se observaron en otros campos de uso como establece la empresa (IBM, 2021):

- *Convolutional neural networks* para reconocimiento de imagen y vídeo.
- *Recurrent neural networks* para reconocimiento de voz.
- *Long short-term memory neural networks* para traducción automática.

2.3.6. Redes Neuronales Convolucionales

El método de las redes neuronales convolucionales es una herramienta reciente en la tecnología. Una vez visto lo que es una red neuronal, las redes neuronales convolucionales son un tipo de red que surgen como variación del perceptrón multicapa, la discrepancia está en la utilidad que se realiza a los estratos de convolución.

Las redes neuronales convolucionales están especialmente diseñadas para el procesamiento de datos de dos dimensiones, sobre todo para poder reconocer imágenes y

señales de voz en espectrogramas, también se puede trabajar para ser modificadas y realizar tareas en una dimensión o varias dimensiones.

El sistema de redes neuronales convolucionales (RNC) son de aplicación útil a nivel práctico, porque desde el año 2012, se han transformado en el algoritmo para todas las aplicaciones que están a nivel computacional, generalmente trabajan con todas las tareas perceptuales (Chollet, 2017, pág. 85). Porque la misma se emplea en procesos que tienen una topología simple de cuadrícula. Además, presenta los “time-series data” la cual se consideran como la cuadrícula de 1D, que a la vez obtiene la nuestra durante un periodo corto, sin embargo, los “imagen data” son cuadrícula de 2D bidimensionales con píxeles en el interior de la imagen.

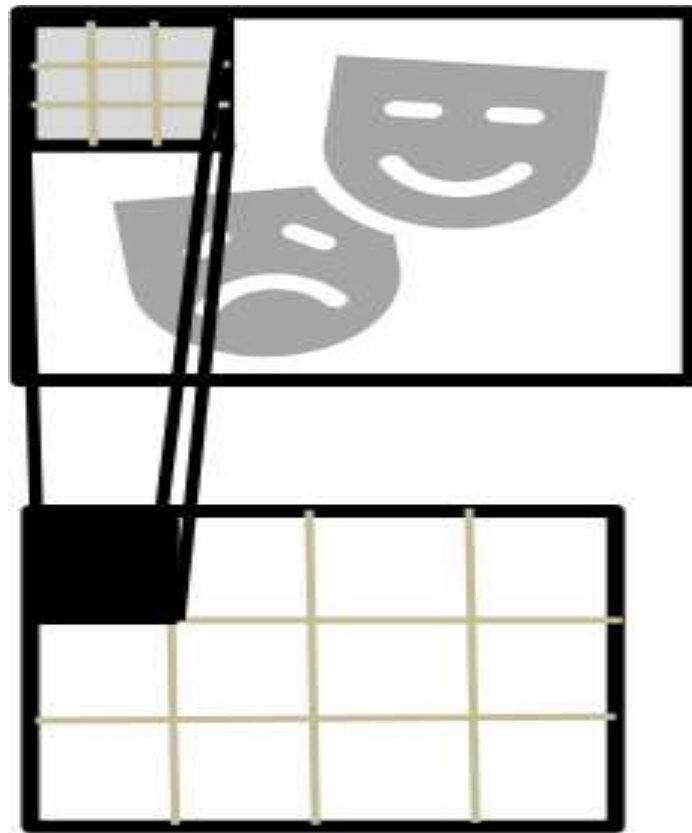
La red neuronal convolucional se fundamenta por operación matemática denominada convolución, la cual efectúa la señal de entrada con respecto a proceso de transferencia de información la cual se localiza en la zona de la neurona.

Sus atributos las hacen perfectas para analizar imágenes, el inconveniente es que presenta una arquitectura de Deep Learning. Razón por la cual se hace pesada, porque contrasta el modelo aprendido con respecto a la entrada, y esta supone que la imagen tiene los coeficientes de alto x ancho x canal. No obstante, cada neurona aprende por el peso y los píxeles que presenta la imagen, lo que la hace difícil técnicamente.

Pero, cabe destacar que las imágenes realizan duplicaciones de los patrones más básicos, el cual facilita el trabajo de la red neuronal convolucional, puesto que la misma hace imágenes bidimensionales, creando un patrón único, pero en distintas posiciones de la imagen (Jalomo, Preciado, & Gudiño, 2019, pág. 1).

Figura 14.

Buscando un patrón de una imagen.



Nota. Tomado de: (Jalomo, Preciado, & Gudiño, 2019)

Hay tres tipos de capas de una red neuronal convolucional:

Capa Convolucional.

Estas redes son las más fundamentales, porque no se conectan a cada pixel de la imagen de entrada, solo están conectados dentro de su campo receptivo. Pero en la segunda capa convolucional cada neurona se conecta únicamente a la neurona que está en un rectángulo pequeño, que forma la primera capa. Sin embargo, la diferencia que hay en la capa de full-connected que es la última capa debe haber una conexión entre todas las neuronas.

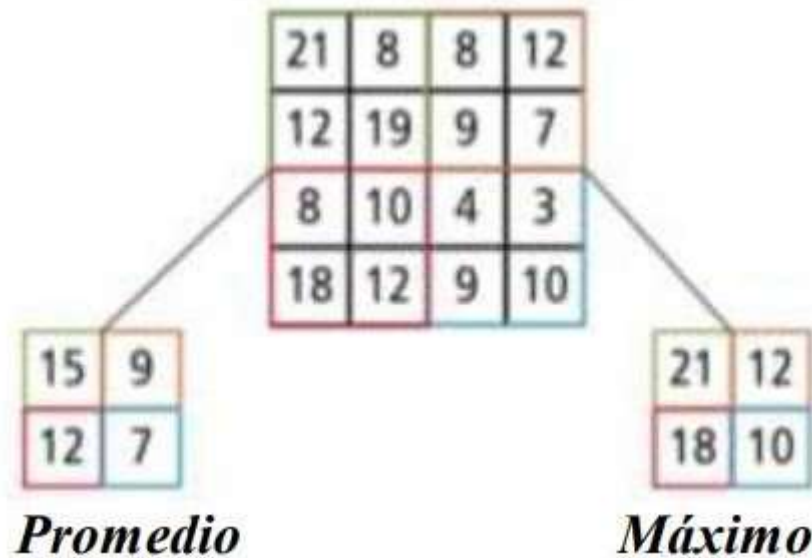
Esta construcción admite que la red se agrupe en características de bajo nivel en la primera capa oculta, para este modo realizar un ensamble entre las entidades de nivel superior y la posterior que está en la capa oculta, y así continuamente, como se percibe en la figura 15 (Jalomo, Preciado, & Gudiño, 2019, pág. 2).

- **Capa Pooling.**

La capa dos tiene como finalidad mostrar submuestras de la imagen de entrada en forma ordenada para así, disminuir la carga computacional, el uso de la memoria y bajar el número de medidas. De igual modo en las capas convolucionales, La capa de pooling tiene en cada neurona una conexión de salida, pero a la vez limita el número de neuronas en las capas anteriores, siempre y cuando este dentro del campo receptivo rectangular. Estos estratos no presentan peso, porque la misma lo que hace es obtener valores máximos (max-pooling) o valores medio de toda esa ventana (avg-pooling) (Jalomo, Preciado, & Gudiño, 2019, pág. 2).

Figura 15.

Capa de Pooling.



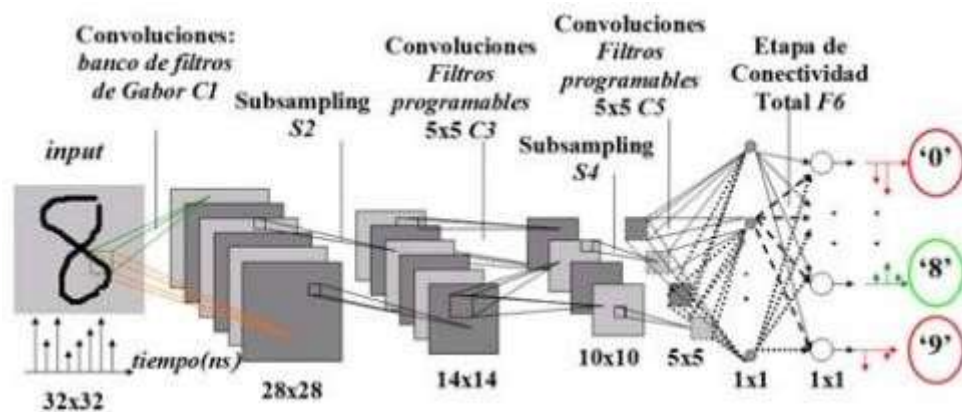
Nota. Tomado de: (Universidad de Stanford, 2019)

- **Capa fully-connected o Clasificación**

La capa de clasificación forma el último bloque del modelo, lo principal de la capa es la conexión y la tarea de clasificación. Es una red neuronal simple donde todas las neuronas están conectadas entre sí, en el proceso se puede formar dos o tres capas ocultas. Se lo puede observar en la figura 16.

Figura 16.

Procesando datos con una red neuronal convolucional para el conocimiento de dígitos.



Nota. Tomado de: (Perez, Serrano, Acha, Serrano, & Linares, 2019)

2.4 Lenguaje de Programación

Para el progreso de la aplicación es necesario que la misma efectúe reconocimientos de los tumores y otras patologías que pueden ocurrir en el encéfalo mediante el uso de la inteligencia artificial, no obstante, en el trabajo de investigación se tomó se implementara un lenguaje de programación Python.

Python fue diseñado por el Ing. Guido van Rossum, un programador de origen holandés a la década de los 80 y comienzos de los 90 cuando trabaja en el sistema operativo Amoeba. Donde esta se concibe como una serie de interfaces con Amoeba como heredero del lenguaje ABC. El 16 de octubre del 2000 se lanza Python 2.0 que presentaba nuevas

características que es la recolección de basura y completo soporte a Unicode. Sin embargo, el avance mayor lo conforma verdaderamente por el desarrollo por la comunidad, bajo la dirección de Guido.

Pero el Python 3.0 es una versión mayor, e incompatible con las anteriores en muchos aspectos, porque asume una serie de procesos que han mejorado y lo hacen discordante después de un extenso período de pruebas el 3 de diciembre del 2008. Muchas de las tipologías incrustadas en la versión tres (3) se ha complementados en la versión 2.6 para simplificar las transiciones entre ellas (Challenger, Díaz, & Becerra, 2014).

3. METOLOGÍA DE DESARROLLO

3.1 Introducción

La minería de datos se observa como un grupo de métodos e instrumentos que mediante cantidades grandes los datos e imágenes ayudan a tener esquemas o tendencias que pueden ser ventajosos en la toma de decisiones (Martínez & Vicente, 2020, pág. 180).

Para el uso de una tecnología se necesita de una técnica sistémica, puesto que es una regla que se agrupa varios mecanismos que deben llevar a cabo para un estudio.

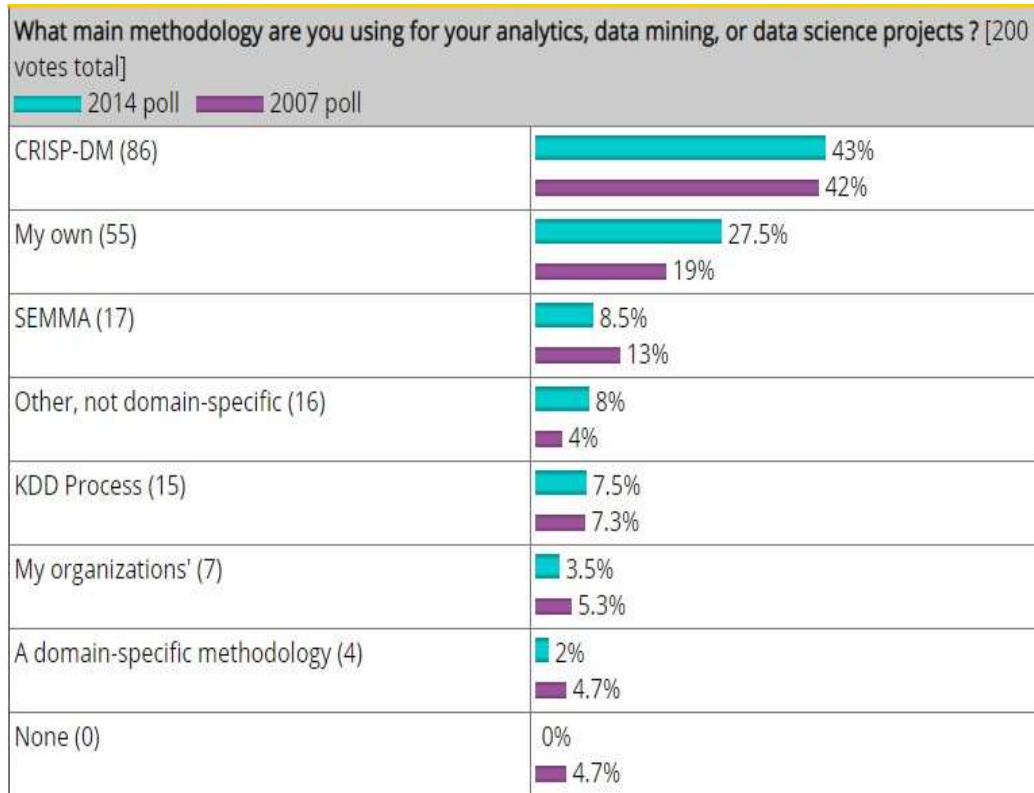
A partir del año 2000 surgen 3 nuevos modelos sobre el área de la minería de datos los mismos se enfocan en un procedimiento sistemático que se lleva cabo por proceso SEMMA (Muestrear, explorar, modificar, modelar, evaluar), CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) y KDD (Knowledge Discovery Databases). Estas se han convertido en las metodologías más utilizadas para los modelos predictivos y descriptivos.

Para el estudio investigativo, se ha enfocado en la metodología CRISP-DM la misma que surgió en los años 2000 por el grupo de empresas SPSS y Daimler Chrysler actualmente es utilizada en el desarrollo de proyectos de Minería de Datos. Al efectuar un cuadro comparativo de las técnicas antes mencionadas (SEMMA (Muestrear, explorar, modificar, modelar, evaluar), CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) y KDD (Knowledge Discovery Databases), se observa que, en una de las fases esenciales para la investigación del estudio como es el análisis y comprensión del negocio, no existe en las otras metodologías, una de las etapas muy útiles ya que se centra en el análisis de los objetivos y esto se transcribe como un problema de minería y diseñar un plan preliminar para el logro de los objetivos.

Como se observar, en la Figura 17. La Metodología CRISP-DM en relación con cada una de las metodologías, frente al transcurso de los años sigue liderando la tabla.

Figura 17.

Metodologías más usadas CRISP-DM está constituido por seis faces



Regional distribution of voters was

- US/Canada, 45.5%
- Europe, 28.5%
- Asia, 14%
- Latin America, 9.5%
- Other, 2.5%

Nota. Tomado de (Vallalta, 2018)

Fase de comprensión del negocio

En esta primera fase se define los objetivos y requerimientos del proyecto desde el punto de vista del negocio, es decir, entender de una manera amplia el problema que se desea

resolver involucrando los puntos clave del tema y teniendo un conocimiento puntual de los objetivos a cumplir.

Determinación de los objetivos de negocio

3.2 Objetivos de Negocio

3.2.1. Objetivo Principal

Desarrollar e implementar una página web utilizando técnicas de modelos predictivos por medio de imágenes o tomografías del cerebro para el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo ayudando así con el diagnóstico y al tratamiento de las patologías Cerebrales.

3.2.2. Criterios de Éxito

Respecto a el objetivo de negocio planteado se detallan los siguientes criterios de éxito:

1. Los médicos especializados, serían capaces de reconocer las patologías cerebrales y realizar un tratamiento hacia el área afectada, con la información de la aplicación.
2. Los médicos especializados, a largo plazo, podrán emitir diagnósticos de calidad y realizar un tratamiento más específico del caso.
3. Los especialistas clínicos, serán capaces de disminuir la tasa de morbilidad.

Valoración de la situación actual

Los recursos de hardware utilizados para el proyecto de investigación tienen las siguientes características:

Tabla 1.*Recursos de Hardware*

Características	Computador 1	Computador 2
Marca	HP	Acer
Procesador	<i>Intel Core i7 tercera generación</i>	<i>Intel Core i3 quinta generación</i>
Memoria RAM	8 GB	12 GB
Almacenamiento	500GB SSD	1 TB HDD
Tarjeta Grafica	No Tiene	No Tiene
Sistema Operativo	Windows 10 Pro	Windows 10 Home

El mismo que ayudará a construir el modelo predictivo, y para la ejecución de pruebas, así mismo como la documentación del proyecto.

Los recursos de software para la implementación de la aplicación y ejecución de los modelos que se dispone de Visual Code como editor de interprete Python 3, para la

construcción del modelo predictivo se lo realizó en Google Colab, el mismo que es basado en jupyter y nos permite hacer el procesamiento de imágenes por GPU.

3.2.3. *Supuestos y Restricciones*

Supuestos

1. Se utilizará tomografías de pacientes con tumores cerebrales y personas sin patologías cerebrales del área de neurología del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.
2. Para realizar el entrenamiento, validación y pruebas en la aplicación se utilizará las imágenes de los tumores cerebrales en las diferentes posiciones.

Restricciones

1. La calidad de las imágenes a entrenar para el modelo predictivo debe ser brillantes y nítidas, estas son tomadas sin ruido debido a que se las realiza en un cuarto especial para el tomógrafo.
2. Cabe mencionar que las imágenes son extraídas del tomógrafo en formato JPG.
3. Las imágenes capturadas de los tumores cerebrales son extraídas con un mismo equipo (tomógrafo) para que las imágenes sean homogéneas.
4. No existen datos suficientes, confiables, ni de mayor calidad para la ejecución de predicciones sobre patologías cerebrales.

3.3 Beneficios

Este trabajo investigativo se propone al personal médico:

La clasificación de imágenes de tomografías cerebrales permitirá ayudar a los médicos especializados en la detección del área de los tumores cerebrales, permitiendo

agilizar los procesos de tratamientos y evitando así la metástasis de este, los resultados obtenidos en el detalle por medio de la aplicación pueden detectar las patologías con mucho éxito.

La aplicación desarrollada por modelos de machine learning permite a los funcionarios de la salud realizar diagnósticos precisos y con alto grado de eficacia, en las áreas rurales; o a su vez, en países donde el nivel de salud no está a la vanguardia dentro de los campos de investigación y biotecnología necesarios para brindar una mejora dentro de la calidad de vida de las personas.

La IA ha permitido en el área de la medicina un avance importante dentro de la toma de decisiones. La relación “médico-computador” ayuda a generar mejores opciones dentro de cuál o qué procedimiento puede ser tomado para un paciente. La inteligencia Artificial ayuda al médico a identificar si es necesario un tratamiento adicional o diferente para cada tipo de enfermedad dentro de una persona convirtiéndose, la IA, en un gran aliado para la salud.

3.4 Determinación de objetivos de minería de datos

- Determinar el mejor método de Machine Learning para la detección de anomalías y patologías dentro de tomografías cerebrales.
- Crear y depurar algoritmos de redes neuronales (IA) para la obtención de resultados óptimos para la predicción de patologías.
- Realizar la recolección de datos por medio de tomografías físicas entregadas por el departamento de Neurología del Hospital Eugenio Espejo.

3.5 Compresión de los datos

3.5.1. *Recolección de datos iniciales*

Dentro del proyecto se ha recolectado los datos de manera física mediante tomografías para la detección de tumores en el cerebro otorgadas por el departamento de

Neurología y Neurocirugía. Esta data se la procesa de manera digital mediante un escáner de alta resolución del área de radiología. Cabe recalcar que, dichos datos, son filtrados previamente y, para cubrir la necesidad, se trabaja con tomografías del año 2019-2020 y adicional solo se utiliza aquellas imágenes de pacientes cuyo diagnóstico es tumor cerebral.

3.5.2. Descripción de los datos

La digitalización de una tomografía se muestra por un mapa de bits en blanco y negro donde se observa que el área de color más clara (color blanquecino) representa el tumor cerebral; y a diferencia de la parte sana que se caracteriza por un tono más oscuro (negro). El proceso de digitalización se obtiene mediante una matriz de pixeles formando un mapa de bits de $m \times n$ dimensiones, donde los pixeles se los representa por medio de números y estos permiten observar el área afectada de manera más nítida.

3.5.3. Verificación de la calidad de los datos

Puesto que los datos a trabajar son analizados previamente por el área especialista de Neurología y Neurocirugía dentro del Hospital Eugenio Espejo, se los toma como reales y no es necesario un análisis adicional. El proyecto se encarga de la optimización y automatización dentro de una aplicación. Los datos obtenidos son muestrales de personas con sintomatología de tumor cerebral, mas no otra patología.

3.6 Fase de preparación de los datos

En base a la metodología del proyecto, se utiliza la técnica de minería de datos denominada redes neuronales convolucionales. Esta técnica realiza el preprocesamiento

automático de los datos para una selección de tomografías tanto de tumores cerebrales como de tomografías sanas la cual otorga el formato para la realización de la aplicación.

3.6.1. Selección de datos

El número de imágenes recolectadas fueron analizadas en base a tomografías que tienen tumores cerebrales y a tomografías sanas las mismas que fueron depuradas por la unidad competente. Cabe señalar que, la información entregada se relaciona directamente con la patología a tratar dentro del proyecto. La aplicación se ejecuta con toda la data brindada la misma que nos permite realizar la predicción por medio del algoritmo de redes neuronales convolucionales.

3.6.2. Construcción de datos

Para la predicción de tumores cerebrales de tomografías es necesario rotar en los diferentes ángulos para la verificación exacta del área afectada.

De esta forma se obtiene el siguiente número de imágenes para su entrenamiento y comportamiento:

- Tomografías cerebrales con tumor: 800 imágenes
- Tomografías cerebrales sanas: 800 imágenes

3.6.3. Integración de los datos

El conjunto de imágenes obtenidas, fueron entregadas por el departamento de Neurología y Neurocirugía del Hospital De Especialidades Eugenio Espejo, las mismas que

no se encuentran dispersas en varios almacenamientos, todas las tomografías ya escaneadas se encuentran organizadas en carpetas dentro de un solo lugar.

3.6.4. *Formateo de los datos*

En base al modelo utilizado en machine learning, se utiliza las tomografías de tumores cerebrales, las que fueron escaneadas en alta calidad de imagen con formatos JPG, ya que el modelo de Deep learning solamente aceptara imágenes en formato JPG.

3.7 Fase de modelado

Para ello se utiliza las imágenes de prueba con un conjunto del 20% que es equivalente a 160 imágenes de lo que se obtendrá 160 resultados con valores de 0 para pacientes con cerebros normales sin tumor y 160 resultados con valores de 1 referente a pacientes con tumores cerebrales

Las imágenes restantes se lo utilizan como entrenamiento del algoritmo con un 80% referente a las 640 imágenes, validando si el modelo realiza la predicción de manera óptima.

3.7.1. *Selección de técnicas de modelado*

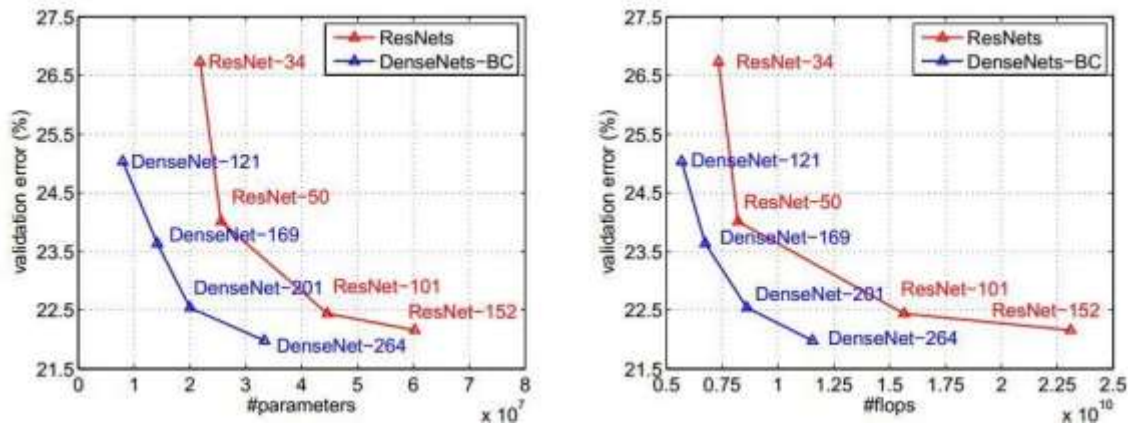
Se utiliza la técnica en redes neuronales convolucionales, para la construcción del algoritmo de deep learning obteniendo resultados de las tomografías de tumores cerebrales entre (0,1) indicando a 0 como resultados negativos de pacientes con tumores cerebrales y a 1 como resultado positivo a tumores cerebrales.

Las redes neuronales convolucionales utilizan grandes cantidades de datos para su entrenamiento, en la medicina se han utilizado arquitecturas como DenseNet y ResNet para un sistema más preciso que enfrente los problemas específicos de la clasificación de imágenes utilizando varios conjuntos de datos.

Se realiza una comparativa entre las arquitecturas, analizando cual es la más adecuada para la implementación de la aplicación.

Figura 18.

Comparación de Arquitectura DenseNet y Arquitectura ResNet



Nota. Tomado de (Moreno, 2020)

Analizando las arquitecturas descritas en la Figura 18. Se puede observar que DenseNet entrena con menos cantidad de parámetros y menos cantidad de procesamiento obteniendo un resultado eficaz en comparación de la arquitectura ResNet.

Por lo tanto, se utiliza para la construcción del modelo de la red neuronal convolucional de tipo DenseNet es decir que se reutilizara el entrenamiento para la identificación de los patrones de las tomografías con tumores cerebrales obteniendo mejores resultados al momento de su predicción.

3.7.2. Generación del plan de pruebas

En la fase de pruebas se va a realizar la predicción con imágenes totalmente diferentes a las del conjunto de tomografías obtenidas para su entrenamiento y para la prueba.

Se realizará la carga de la imagen en formato JPG en la aplicación, lo cual el modelo de Deep learning nos visualizará el pronóstico del paciente, indicando si se encuentra con un tumor cerebral o no se visualiza un tumor cerebral.

3.8 Fase de Evaluación de Resultados

En esta fase de evaluación, se determina la eficiencia del modelo previamente entrenado el mismo que realiza la predicción con respecto a las tomografías de tumores cerebrales.

Para lo cual se utiliza un conjunto de imágenes de test del 20% compuesto por 160 tomografías, evaluando cada imagen de este conjunto se procede a obtener los resultados de:

- 0 paciente con categoría normal (sano sin tumor cerebral)
- 1 paciente con categoría tumoral (patología tumor cerebral)

Se evaluará el desempeño del algoritmo con la matriz de confusión, es decir un resumen de los resultados del modelo en realizar pronósticos sobre el conjunto de datos test o pruebas.

- Persona que tiene Tumores Cerebrales y el modelo lo clasificó como Tumor Cerebral. Esto sería un verdadero positivo o VP.
- Persona que no tiene Tumores Cerebrales y el modelo lo clasifico como Normal. Este sería un verdadero negativo o sea un VN.
- Persona que tiene Tumores Cerebrales y el modelo lo clasificó como Normal. Éste sería un error tipo II o falso negativo o FN.
- Persona que no tiene Tumores Cerebrales y el modelo lo clasificó como Tumor Cerebral. Este es un error tipo I, o falso positivo o FP.

3.9 Fase de Implementación

Para poder aplicar estos modelos en un negocio es fundamental tener acceso a la base de datos de las imágenes de tumores cerebrales de los pacientes los mismos que deberían ser

de buena calidad, una vez obtenido los datos se debe seguir los pasos descritos en este documento.

En resumen, es necesario la realización la exploración de los datos que no contengan ruido en lo posible, tener una buena calidad de imagen, y la rotación de las imágenes ya que es posible que se realice una tomografía de diferentes posiciones para construir y realizar pruebas de los modelos.

4. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Existe una gran cantidad de metodologías para el desarrollo de software, desde mucho tiempo obteniendo muchas opiniones, en base a que realizamos el desarrollo de un prototipo en base a nuestro problema planteado, ejecutando una comparación de las metodologías, obteniendo una metodología que nos ofrece los mejores resultados.

Figura 19.

Cuadro Comparativo de Modelos de Desarrollo de Software

Ciclo de Vida	Modelo en Cascada	Modelo en V	Modelo de Proceso Incremental	Modelo de Proceso Evolutivo	Modelo Espiral
Identificación de Problemas	Comunicación	Modelado de los requerimientos	Comunicación	Comunicación	Comunicación
Determinación de Requerimientos			Planeación	Plan rápido	Planeación
Análisis	Planeación				
Diseño	Modelado	Diseño de la arquitectura Diseño de los componentes	Modelado	Modelado Diseño rápido	Modelado
Desarrollo	Construcción	Generación de código	Construcción	Construcción del prototipo	Construcción
Pruebas y Mantenimiento	Despliegue	Pruebas unitaria Pruebas de integración	Despliegue	Desarrollo, Entrega y Retroalimentación	Despliegue
Implementación		Pruebas del sistema Pruebas de aceptación			

Nota. Tomado de (Moreno, 2020)

Como observamos todas las metodologías expuestas en el cuadro comparativo, son excelentes para desarrollar software, por lo cual para la realización de la aplicación prototipo para la detección de tumores cerebrales hemos decidido que la metodología de cascada ya que es fundamental para la realización de nuestro proyecto, esta metodología tienes los siguientes pasos:

- Análisis de requisitos
- Diseño

- Implementación
- Verificación
- Mantenimiento

4.1 Fase de Requisitos

En esta fase vamos a describir las necesidades para la construcción de sistema prototipo.

4.1.1. Requisitos funcionales

- El prototipo web nos va a permitir la creación de un usuario, para el ingreso a la plataforma.
- El prototipo web debe obtener información acerca de los tumores cerebrales y sus posibles causas.
- El prototipo web realiza la detección de tumores cerebrales.
- El prototipo presentara el porcentaje de exactitud del modelo, garantizando el diagnostico.

4.1.2. Requisitos No Funcionales

- El prototipo web debe ser fácil de utilizar para el usuario
- El diseño de la interfaz debe ser adaptable para los computadores
- El tiempo de respuesta de las predicciones deberá ser lo más optimo posible.

4.2 Fase Diseño

En esta fase nos ayudara a especificar los requerimientos tanto de software como de hardware para el diseño de la aplicación a desarrollar.

4.2.1. Diseño de base de datos

En la figura 2, podemos observar la tabla auth_user la misma que nos servirá para la creación de usuarios para el ingreso a la plataforma, En el diccionario de datos a usar es SQLite3 la misma que está integrada con el framework Django.

Figura 20.

Tabla auth_user para el registro de usuarios

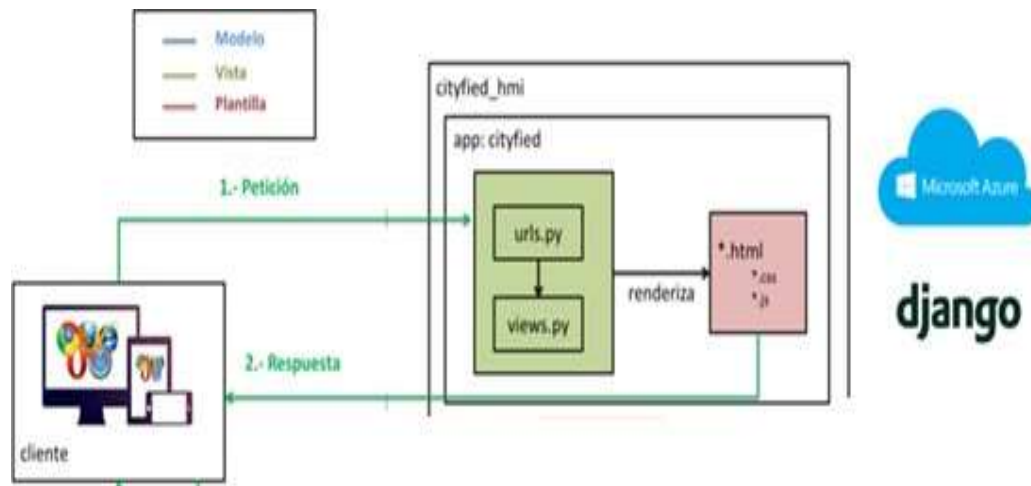


Nota. Tomado de: (Castellanos, 2021)

4.2.2. Diseño arquitectónico MTV Django

Figura 21.

Arquitectura de la aplicación cliente servidor.



Nota. Tonado de (Ecured, 2019)

Como se observa en la figura 20. Podemos observar la arquitectura MTV (Model Template View), la que podemos observar indicando que lo imprescindible son los “view” ya que este realiza la petición al servidor por medio de objetos tipo “request” y como respuesta como el objeto de tipo “HttpResponse” y estos se renderizan a los Template (paginas .html), obteniendo así la respuesta a los clientes web. Tomar en cuenta que los view en similar hablar de los controlares en el MVC (modelo vista controlador).

4.3 Fase de Implementación

En esta etapa de implementación del prototipo a desarrollar, se realiza la codificación de la arquitectura presentada con anterioridad obteniendo así el prototipo final. En este usaremos las herramientas de investigación y desarrollo como lenguajes de programación

Python, con el framework Django para la base del backend. Para la realización del frontend utilizaremos el framework Bootstrap, en combinación de CSS y el lenguaje de JavaScript para la parte del diseño y de la misma forma la creación de páginas en HTML para la renderización.

El proceso de codificación del prototipo se lo realizo de la siguiente manera:

- Instalación del Lenguaje de Programación Python
- Creación de un nuevo proyecto
- Creación del modelo de predicción de tumores cerebrales
- Habilitación del panel de Administración Django.
- Clases para la creación de usuarios
- Clases para la predicción de tumores cerebrales
- Creación de Plantillas HTML, en conjunto del Framework Bootstrap
- Registro de views
- Configuración de Url en Django
- Ejecución del proyecto

Con más detalle parte de la codificación del prototipo se podrá observar en el Anexo A.

4.4 Fase de Verificación

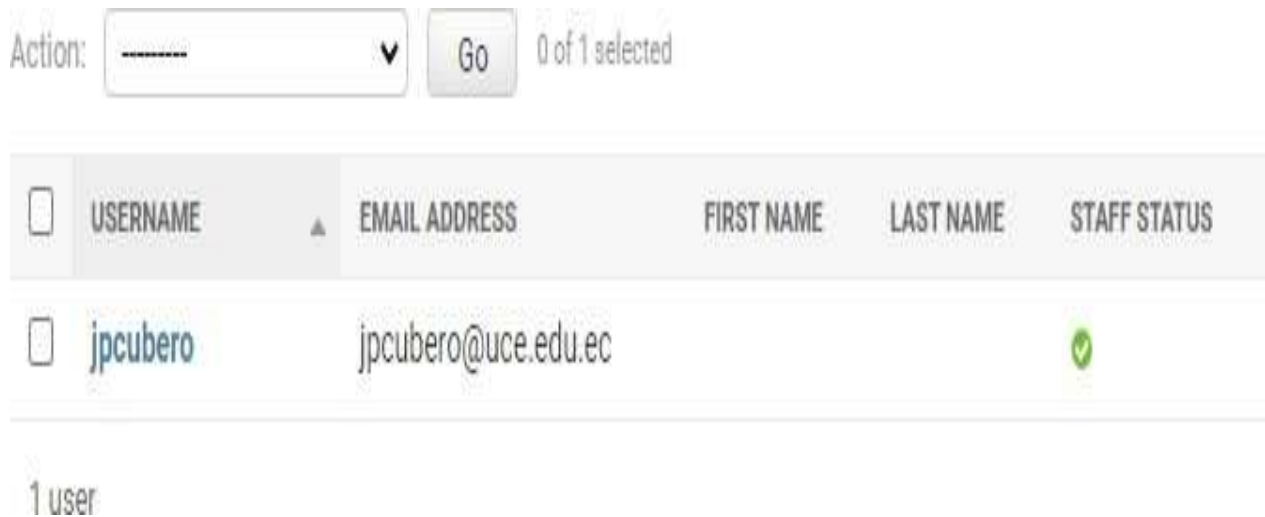
Una vez culminado la codificación del prototipo expuesto anteriormente se procederá con la ejecución de las pruebas, el mismo que se asegura que cumpla con los requerimientos establecidos y de ocurrir un incidente, para realizar la mitigación del mismo es posible que se retorne a fases anteriores del proyecto. Se ejecutarán varias pruebas garantizando que se cumplan con los requerimientos funcionales y no funcionales separándolo en diferentes fases.

4.4.1. Caso 1. Creación de Usuarios para el Ingreso a la Plataforma.


En primer lugar, se procede a crear un super usuario para el levantamiento del panel de Administración del framework Django, el mismo que nos permitirá la verificación de los usuarios creados por medio de la plataforma.

Figura 22.

Formulario de creación de super usuario



Action: 0 of 1 selected

<input type="checkbox"/>	USERNAME	EMAIL ADDRESS	FIRST NAME	LAST NAME	STAFF STATUS
<input type="checkbox"/>	jpcubero	jpcubero@uce.edu.ec			

1 user

Al crear los usuarios por medio del formulario que se encuentra en la plataforma, en la figura 21. Se valida que los usuarios creados no sean administradores, los mismos que no les permitirá ingresar en la Administración del framework Django, permitiendo solo el ingreso a la aplicación prototipo para la predicción de los tumores cerebrales.

Figura 23.*Formulario de Creación de Usuario*


The image shows a web interface for creating a user. On the left, there is a form with the following fields: 'Usuario' (with a placeholder 'Usuario'), 'Email' (with a placeholder 'Email'), 'Contraseña' (with a placeholder 'Contraseña'), and 'Confirmación Contraseña' (with a placeholder 'Confirmación Contraseña'). Below these fields is a 'Registrar' button. On the right, there is a confirmation message 'Usuario Henry Creado' with a green checkmark icon. Below this, the word 'Bienvenido' is displayed in a large font. In the center, there is a circular logo of the Universidad Veracruzana. At the bottom, there is a link that says '« Volver'.

Figura 24.*Creación de un usuario sin permisos de Administrador*

Action:

▼

Go

0 of 2 selected

<input type="checkbox"/>	USERNAME	EMAIL ADDRESS	FIRST NAME	LAST NAME	STAFF STATUS
<input type="checkbox"/>	Henry	h@gmail.com			

Como verificamos se realizó la creación del usuario, pero sin permisos de administrador.

4.4.2. Caso 2. Visualización de la Interfaz Web

En la ejecución de las pruebas del prototipo se procede a navegar por las interfaces, comprobando que se verifique la información sobre los tumores cerebrales.

Figura 25.

Interfaz web de inicio.

**Figura 26.**

Interfaz sobre la información de las Patologías Cerebrales

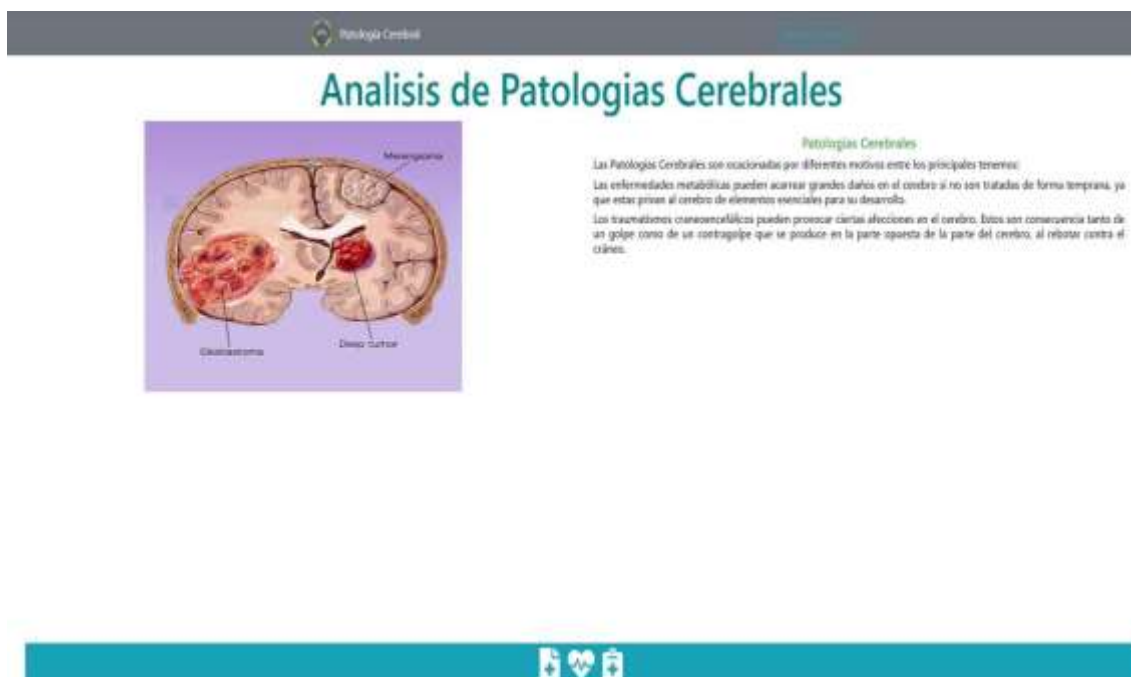


Figura 27.

Interfaz sobre Tumores Cerebrales, y Cerebros sanos



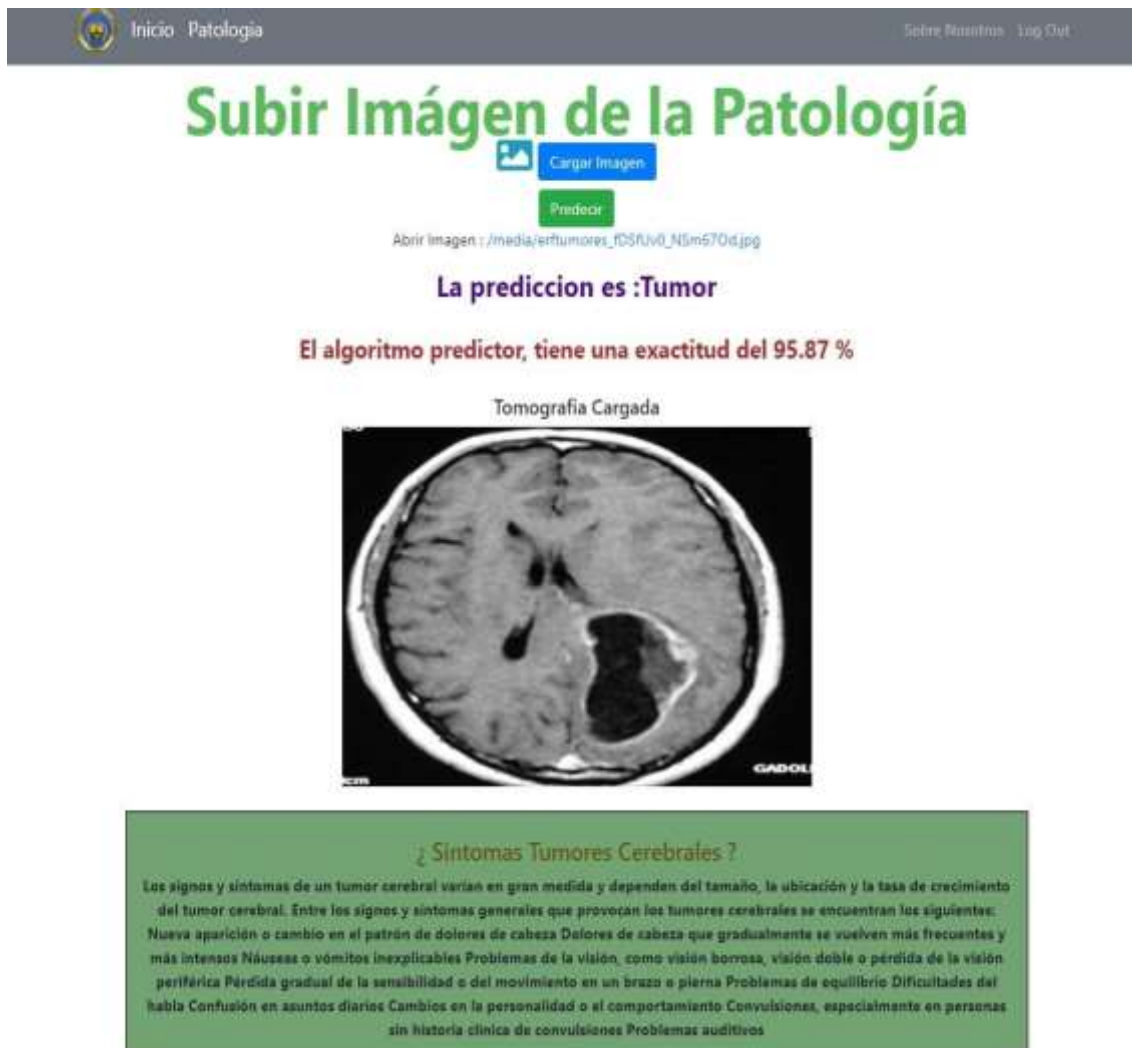
Como se observa en las imágenes anteriores, las interfaces cumplen, siendo amigable para el usuario, se ejecutaron las pruebas de las *urls* verificando el buen funcionamiento de las mismas y observando que las imágenes proporcionan información de los tumores cerebrales.

4.4.3. Caso 3. Predicción de Tumores Cerebrales

En esta fase verificamos que realizamos la carga de imágenes o tomografías referente a los tumores cerebrales, este nos brindara el resultado esperado y cierta información sobre la causa de la aparición de un tumor cerebral, y así mismo como un posible tratamiento para obtener un cerebro sano, el algoritmo de modelo de Deep learning se realizó las pruebas de evaluación mediante la metodología CRISP-DM.

Figura 28.

Predicción de Tumores Cerebrales.



4.5 Fase de Mantenimiento

En esta fase después de la ejecución de pruebas del prototipo, se instaló la aplicación para la utilización, ejecutando el mantenimiento y afinando algunos requerimientos encontrados por el usuario final es una disciplina que conjunta los procesos y técnicas que deben llevar a cabo para un estudio.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Al realizar la investigación planteada, se utilizaron modelos de Machine Learning para el preprocesamiento de las imágenes otorgadas por el departamento de neurología y neurocirugía del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, se implementó la técnica es de Flip Image, esta nos ayuda a la rotación de la imagen permitiendo visualizar la imagen desde varios ángulos, siendo muy útil puesto que algunas de las tomografías no contábamos con una buena calidad de imagen, además deben ser usadas de manera correcta para que las imágenes no se vuelvan irreconocibles y no pierdan su significado.
- Mediante la realización de un cuadro comparativo de los diversos algoritmos de aprendizaje, se utilizó el algoritmo de redes neuronales convolucionales con la arquitectura DenseNet, se expuso a dicho modelo una serie de imágenes de cerebros con patología de tumores cerebrales, como cerebros sin patologías, permitiéndonos predecir el diagnostico en las imágenes, ya que a mayor número de imágenes mayor será nuestra exactitud de predicción.
- Gracias a la matriz de confusión se logró obtener una precisión en el modelo del 95.87% es decir que de cada 100 pacientes el modelo tendrá un margen de error del 5% que es equivalente a 5 pacientes, indicando que el modelo es bastante efectivo para la detección de tumores cerebrales.
- Finalmente se construye un prototipo Web, implementando el modelo de Deep Learning, que nos permite subir imágenes de cerebros con tumores cerebrales, como de cerebros sin tumores en formato JPG, para identificar la detección real de la

patología cerebral, ayudando al diagnóstico preciso de los doctores y permitiendo entregar un mejor tratamiento.

5.2 Recomendaciones

- Mediante la investigación realizada, se recomienda que para la construcción de las redes neuronales convolucionales es recomendable obtener un conjunto de datos de entrenamiento robusto, preciso y confiable, y ser verificadas por un especialista sobre el diagnóstico que se desea predecir, Además se debe determinar la cantidad de capas y neuronas a utilizar para obtener un mejor rendimiento en los equipos informáticos.
- Para poder tener una planificación del proyecto efectiva y positiva se debe investigar, comprender y saber identificar el mejor modelo matemático para llevar a cabo el desarrollo sobre el tratamiento de imágenes, conjuntamente con las herramientas de desarrollo de software, se tendrá un resultado de calidad.
- Se recomienda contar con equipos que cumplan con las características mínimas: Procesador Intel Core i3, Memoria RAM de 4GB, Conexión de Red, Espacio de Almacenamiento: 60GB, para tareas relacionadas con el almacenamiento de los dataset y el entrenamiento de los modelos predictivos.
- Es posible mejorar los resultados de la investigación planteada, para eso es recomendable la creación de equipos workpacs, para el almacenamiento de imágenes DICOM, que son las que proporcionan los tomógrafos, máquinas de rayos X, etc.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aksu, G., & Dogan, N. (2019). Comparación de árboles de decisión utilizados en minería de datos. *Comparación de árboles de decisión utilizados en minería de datos*, 9(4), 139-157. doi:<https://doi.org/10.14527/pegegog.2019.039>
- Álvarez, M., Quiroz, M., & Cortés, M. (2020). Inteligencia Artificial para asistir el diagnóstico clínico en medicina. *Sinergia*, 5(8), 110-120.
doi:<https://doi.org/10.31434/rms.v5i8.557>
- Ardilla, R. (2010). Inteligencia. ¿ Qué sabemos y qué nos falta por investigar?|. *Academia Colombiana*, 35(134), 97-103. Recuperado el 30 de Enero de 2022, de <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v35n134/v35n134a09.pdf>
- Barrios, E., & Garau, M. (2017). Cáncer: magnitud del problema en el mundo y en Uruguay, aspectos epidemiológicos. *Facultad de Medicina*, 4(1), 9-46. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <http://www.scielo.edu.uy/pdf/afm/v4n1/2301-1254-afm-4-01-00007.pdf>
- Barrios, J. (01 de 07 de 2019). *La matriz de confusión y sus métricas*. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://www.juanbarrios.com>: <https://www.juanbarrios.com/la-matriz-de-confusion-y-sus-metricas/>
- Breiman, L. (Agosto de 2001). Statistical modeling: The two cultures (with comments and a rejoinder by the author). *Statistical Science*, 16(3), 199-231.
doi:10.1214/ss/1009213726
- Brownlee, J. (23 de 01 de 2019). *Cómo configurar la tasa de aprendizaje al entrenar redes neuronales de aprendizaje profundo*. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://machinelearningmastery.com>: <https://machinelearningmastery.com/learning-rate-for-deep-learning-neural-networks/>

- Bushong, S. (2010). *Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica Ed.11º* (Onceava ed.). Buenos Aires: Elsevier. Recuperado el 21 de Enero de 2022, de <https://www.edicionesjournal.com/Papel/9788491132028/Manual+de+radiolog%C3%ADa+para+t%C3%A9cnicos++F%C3%ADsica++biolog%C3%ADa+y+protecci%C3%B3n+radiol%C3%B3gica+Ed+11%C2%BA>
- Cáncer, S. A. (2 de Mayo de 2019). *Detección y diagnóstico - Linfoma no Hodgkin*. Recuperado el 15 de Enero de 2022, de <https://www.infocancer.org.mx>: <https://www.infocancer.org.mx/?t=deteccion-diagnostico-linfoma-no-hodgkin>
- Castellanos, J. (2021). *Desarrollo de una aplicación web para la gestión y seguimiento de proyectos de ensayos de campo del departamento de investigación de una empresa de registro agrícolas*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 23 de Enero de 2022, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19890/1/UPS%20-%20TTS287.pdf>
- Challenger, I., Díaz, R., & Becerra, Y. (2014). El lenguaje de programación Python/The programming language Python. *Ciencias Holguim*, 20(2), 1-13. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/1815/181531232001.pdf>
- Charri, L., Hernández, S., Jimeno, L., Guillen, O., & Moreno, S. (2018). Análisis comparativo de algoritmos de árboles de decisión Análisis comparativo de algoritmos de árboles de decisión. *Investigación y desarrollo en TIC*, 9(1), 26-34. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/article/view/3158>
- Chollet, F. (2017). *Aprendizaje profundo con Python*. New York: MANNING Publications Co. doi:9781617294433

- Cortez, A. (17 de Mayo de 2017). *Edición Médica*. Obtenido de <https://www.edicionmedica.ec/secciones/gestion/muestra-determina-atenciones-de-tumores-cerebrales-crece-en-mujeres-90224>
- Delgado, D., Martín, R., Hernández, L., Orozco, R., & Lorenzo, J. (2016). Algoritmos de aprendizaje automático para la clasificación de neuronas piramidales afectadas por el envejecimiento. *Cubana de Informática Médica*, 8(3), 559-571. Recuperado el 30 de Enero de 2022, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcim/v8s1/rcim08316.pdf>
- Ecured. (2019). *Arquitectura Cliente Servidor*. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://www.ecured.cu>: https://www.ecured.cu/Arquitectura_Cliente_Servidor
- Espitia, J., Mejía, Y., & Arguello, H. (2016). Tomografía coputarizada: proceso de adquisición, tecnología y estado actual. *TecnurAa*, 20(47), 119-135. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://www.pardell.es/tomografos.html>
- Fajardo, C. (Junio de 2021). Marvin Lee Minsky: pionero en la investigación de la nteligencia artificial (1927-2016). *Publicaciones en ciencias y tecnología*, 15(1), 41-50. doi:10.13140/RG.2.2.11209.06241
- Germán Morales, G., Mora, J., & Vargas, H. (Septiembre de 2008). Estrategia de regresión basada en el método de los k vecinos más cercanos para la estimación de la distancia de falla en sistemas radiales. *Facultad de Ingeniería*, 1(45), 100-108. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43004510>
- Gonzalo, Á. (26 de Mayo de 2018). <https://machinelearningparatodos.com/tipos-de-aprendizaje-automatico/>. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://machinelearningparatodos.com>: <https://machinelearningparatodos.com/tipos-de-aprendizaje-automatico/>

IBM. (13 de Octubre de 2021). *El modelo de redes neuronales*. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://www.ibm.com:>

https://rubenfcasal.github.io/aprendizaje_estadistico/neural-nets.html

Jalomo, J., Preciado, E., & Gudiño, J. (2019). *Diseño de una red neuronal convolucional para la clasificación de señales*. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de

<https://www.ecorfan.org:>

https://www.ecorfan.org/proceedings/Proceedings_Ciencias_de_la_Tierra_Fisica_y_Matematicas_TI/Proceedings_Ciencias_de_la_Tierra_Fisica_y_Matematicas_TI_4.pdf

Martínez, F., & Vicente, J. (2020). Tratamiento de clases desbalanceadas con el método del cubo en problemas de credit scoring a través de la minería de datos. *Journal of Economics*, 43(122), 175-190. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7196160>

McCulloch, W. S. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. . *The bulletin of mathematical biophysics*, 115-133.

Megías, M., Pombal, M., & Molist, P. (2019). La célula. *Atlas de histología vegetal y animal*, 1(1), 21-52. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/cita-celula.php>

Molla, J. (11 de Abril de 2016). *Máquina de Turing: qué es y cómo funciona*. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://psicologiaymente.com:>

<https://psicologiaymente.com/cultura/maquina-de-turing>

Moreno, A. (2020). *Análisis comparativo de arquitecturas de redes neuronales para a clasificación der imagenes*. Madrid: Universaidad Internacional de la Rioja.

Recuperado el 30 de Enero de 2022, de

<https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/10008/Moreno%20D%C3%ADaz-Alejo%2C%20Lara.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mosquera, D. (17 de Mayo de 2017). *Muestra determina: atenciones de tumores cerebrales crece en mujeres*. Recuperado el 26 de Enero de 2022, de <https://www.edicionmedica.ec>:

<https://www.edicionmedica.ec/secciones/gestion/muestra-determina-atenciones-de-tumores-cerebrales-crece-en-mujeres-90224>

Oleaga, L. (20 de Febrero de 2018). *Ecografía*. Recuperado el 21 de Enero de 2022, de <https://www.clinicbarcelona.org>: <https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/pruebas-y-procedimientos/ecografia/definicion>

Perez, J., Serrano, C., Acha, B., Serrano, T., & Linares, B. (2019). *Red neuronal y convolucional rápida sin fotogramas para reconocimiento de dígitos*. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://digital.csic.es>: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/84753/1/RED%20NEURONAL.pdf>

Piccinini, G. (2004). La primera teoría computacional de la mente y el cerebro: Una mirada de cerca al "cálculo lógico de ideas inmanente en la actividad nerviosa" de McCulloch y Pitts. *Synthese*, 141(2), 175-215.
doi:<https://doi.org/10.1023/b:synt.0000043018.52445.3e>

Ramírez, D. (2018). *El machine Learning a través de los tiempos, y los aportes a la humanidad*. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://repository.unilibre.edu.co>: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17289/EL%20MACHINE%20LEARNING.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Roelofs, R., Fridovich, S., Miller, J., Shankar, Hardt, M., Recht, B., & Schmidt, L. (25 de 05 de 2020). *A Meta-Analysis of Overfitting in Machine Learning*. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://proceedings.neurips.cc>:

<https://proceedings.neurips.cc/paper/2019/file/ee39e503b6bedf0c98c388b7e8589aca-Paper.pdf>

Rovira, I. (11 de Enero de 2018). *Corteza cerebral: sus capas, áreas y funciones*. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://psicologiaymente.com/neurociencias/corteza-cerebral>: <https://psicologiaymente.com/neurociencias/corteza-cerebral>

Saavedra, B. (Diciembre de 2015). Inteligencia Estratégica en un mundo globalizado en Latinoamérica: retos y desafíos del siglo XXI. *Policia y seguridad pública*, 2(1), 75-105. doi:<https://www.camjol.info/index.php/RPSP/article/view/2326>

Sanchez, J. (31 de 08 de 2020). *¿Cómo aprenden las máquinas? Machine Learning y sus diferentes tipos*. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://datos.gob.es>: <https://datos.gob.es/es/blog/como-aprenden-las-maquinas-machine-learning-y-sus-diferentes-tipos>

Saz, A. (2018). *Impacto de la enfermedad oncológica infantil: percepción de las familias y de las enfermeras*. Barcelona: Universidad de Barcelona. Recuperado el 23 de Enero de 2022, de https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/664277/MASR_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Segura, P. (18 de Diciembre de 2019). *Tumores cerebrales*. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://seom.org>: <https://seom.org/info-sobre-el-cancer/tumores-cerebrales>

Silva , S., & Freire, E. (23 de Noviembre de 2019). *Intro a las redes neuronales convolucionales*. Recuperado el 22 de Enero de 2022, de <https://bootcampai.medium.com>: <https://bootcampai.medium.com/redes-neuronales-convolucionales-5e0ce960caf8>

Superintendencias de compañías, valores y seguros. (2015). *Actualización de información general y solicitud de clave de acceso*. Recuperado el 30 de Enero de 2022, de

https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/guiasUsuarios/images/guias/act_datos/MANUAL_USUARIO_ACTUALIZACION.pdf:

https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/guiasUsuarios/images/guias/act_datos/MANUAL_USUARIO_ACTUALIZACION.pdf

TIBC. (11 de NOviembre de 2019). *What is a Random Forest?* Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://www.tibco.com>: <https://www.tibco.com/reference-center/what-is-a-random-forest>

Universidad de Stanford. (2019). *Análisis de aprendizaje profundo (STATS 385)*. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://stats385.github.io>: <https://stats385.github.io/poolinglayers>

Vallalta, J. (2018). *CRISP-DM: una metodología para minería de datos en salud*. Recuperado el 30 de Enero de 2022, de <https://healthdataminer.com>: <https://healthdataminer.com/data-mining/crisp-dm-una-metodologia-para-mineria-de-datos-en-salud/>

Velasco, A. (12 de 05 de 2020). Capítulo 2: Definición de patología y su campo de estudio. *Access Medicina*, 12(1), 50-62. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1493§ionid=102867681>

7. ANEXOS

Anexos 1 Manual Técnico

INTRODUCCIÓN

El propósito de este manual de técnico es conocer con más detalle, sobre el código fuente, herramientas, frameworks, etc. Además, identificando los requerimientos mínimos de hardware y software utilizados para la implementación del prototipo, junto con la codificación utilizada en el desarrollo de la aplicación, esto con el fin de que el usuario pueda modificar los parámetros utilizadas en el modelo de Deep learning.

Versión del sistema

Al redactar este manual técnico, este se encuentra en la primera versión “Versión 1.0”

Fecha de Elaboración

Este manual técnico fue redactado el 01 de noviembre del 2021

REQUISITOS DE DESARROLLO DEL SISTEMA

Requisitos mínimos de Hardware

- Procesador Intel Corei3
- Memoria RAM de 4GB
- Conexión de Red
- Espacio de Almacenamiento: 60GB

Requisitos de Software

- Python 3.8
- Django 2.2.3

- NumPy 1.19.5
- TensorFlow 2.5.0
- TF 1.0.0
- pillow 8.2.0
- Pip 21.1.2

Creación de proyecto en Django

Para la creación de un proyecto en el framework en Django es necesario ingresar a la terminal y ejecutar el comando “*djangoadmin startproject proyecto1*”, donde proyecto1 es el nombre como nosotros colocamos, quedando la estructura de esta forma:

Para la creación de un proyecto en el framework en Django es necesario ingresar a la terminal y ejecutar el comando “*djangoadmin startproject proyecto1*”, donde proyecto1 es el nombre como nosotros colocamos, quedando la estructura de esta forma:

Figura 29.

Carpetas de proyecto.

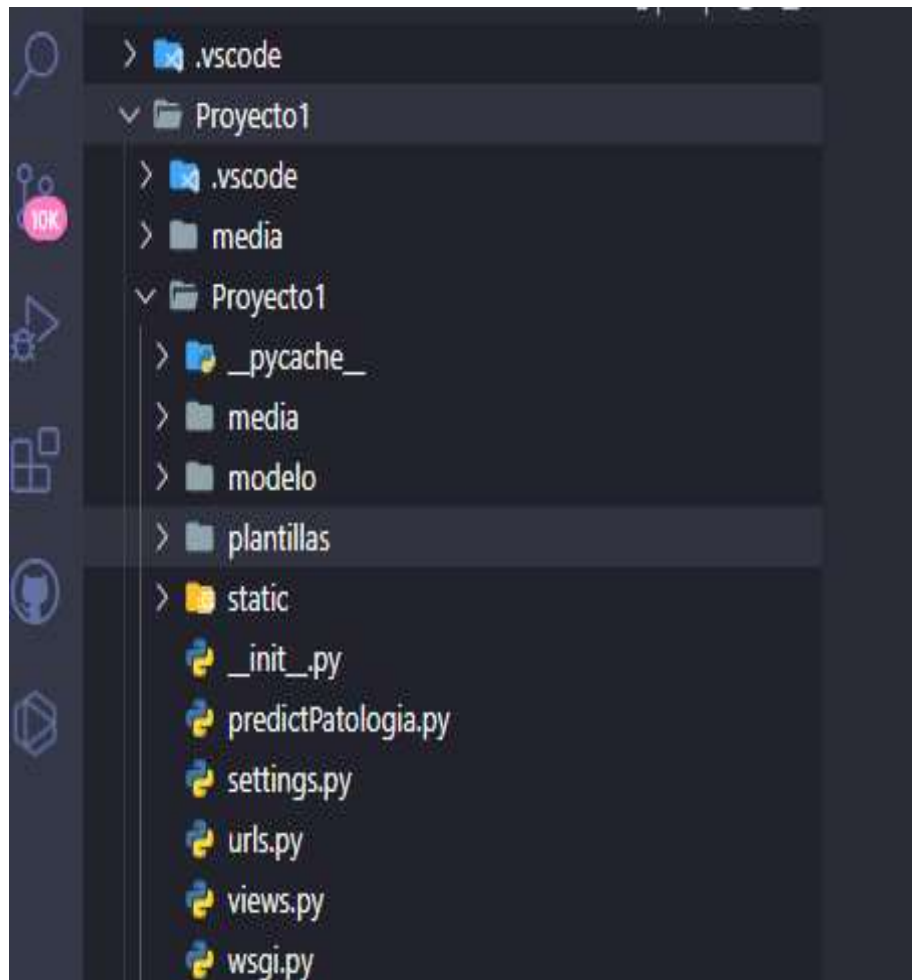


Clase Para la predicción de Tumores Cerebrales

Para la creación del modelo, se debe realizar como primer punto la ejecución desde la terminal del comando *“python manage.py startapp”*, el mismo que nos permite la creación de una serie de archivos referentes a él framework Django, permitiéndonos codificar el modelo en los siguientes archivos:

Figura 30.

Clases de proyecto.



En el archivo *predictPatologia.py* procedemos a crear el modelo de predicción, obteniendo los archivos h5, creados en la red neuronal convolucional, de la siguiente manera.

Figura 31.

Clase PredicPatología.

```
predictPatologia.py X
Proyecto1 > Proyecto1 > predictPatologia.py > printPatologia
1  import numpy as np
2  import tensorflow as tf
3  import threading
4  import time
5  import sys
6  import os
7
8  from keras.preprocessing.image import load_img, img_to_array
9
10 def predict(file):
11
12
13     longitud, altura = 150, 150
14
15
16     BASE_DIR = os.path.dirname(os.path.dirname(os.path.abspath(__file__)))
17     rutamodelo='Proyecto1\\modelo\\modeloPatologia.h5'
18     modelo= os.path.join(BASE_DIR,rutamodelo)
19     rutapesos='Proyecto1\\modelo\\pesosPatologia.h5'
20     pesos_modelo= os.path.join(BASE_DIR,rutapesos)
21
22     cnn = tf.keras.models.load_model(modelo)
23     cnn.load_weights(pesos_modelo)
24
25
26
27
28     x = load_img(file, target_size=(longitud, altura))
29     x = img_to_array(x)
30     x = np.expand_dims(x, axis=0)
31     x /=255.
32     array = cnn.predict(x)
33     result = array[0]
34     answer = np.argmax(result)
35     print(answer)
36     if answer == 0:
37         print("pred: Sana")
38         l='Sana'
39     elif answer == 1:
40         print("pred: Tumor")
41         l='Tumor'
42     return l
```

Figura 32.

Código para imprimir la predicción.

```
def printPatologia(nombre):  
    BASE_DIR = os.path.dirname(os.path.dirname(os.path.abspath(__file__)))  
    arch2 = os.path.join(BASE_DIR, 'media', nombre)  
    return predict(arch2)
```

Creación de las Interfaces y Registros en Views

Para ello creamos las plantillas HTML teniendo:

- Inicio.html
- Iniciosession.html
- Nosotros.html
- Patología.html
- PredecirPatologia.html
- Registrouuario.html
- Tumores.html

En el archivo views creamos los métodos para registrar las plantillas.

Figura 33.

Vistas.py

```

@login_required
def inicio(request):
    return render(request, "inicio.html")

@login_required
def tumores(request):
    return render(request, "tumores.html")

@login_required
def patologia(request):
    return render(request, "Patologia.html")

@login_required
def nosotros(request):
    return render(request, "nosotros.html")

@login_required
def predecirPatologia(request):

```

En el archivo views.py, registramos para la creación de los usuarios y de la misma forma el acceso a la plataforma con el usuario ya registrado.

Figura 34.

Archivo views.py

```

def registrarUsuario(request):
    if request.method == 'POST':
        username = request.POST['username']
        email = request.POST['email']
        password = request.POST['password']
        password2 = request.POST['password2']
        if password == password2:
            if User.objects.filter(username=username).exists():
                print('Usuario Existente')
                messages.add_message(request, messages.ERROR, 'Usuario ya Existente')
                return redirect('registroUsuario')
            else:
                if User.objects.filter(email=email).exists():
                    print('El correo ya existe')
                    messages.add_message(request, messages.ERROR, 'Correo Existente')
                    return redirect('registroUsuario')
                else:
                    user = User.objects.create_user(username=username, email=email, password=password)
                    user.save()
                    print('Usuario Creado satisfactoriamente')
                    messages.success(request, 'Usuario (username) Creado')
                    return redirect('registroUsuario')
            else:
                print('Clave no coincide')
                messages.add_message(request, messages.ERROR, 'Clave no coincide')
                return redirect('registroUsuario')
        else:
            return render(request, "registroUsuario.html")

def inicioSession(request):
    if request.method == 'POST':
        username = request.POST['username']
        password = request.POST['password']

        user = auth.authenticate(username=username, password=password)

        if user is not None:
            auth.login(request, user)
            print('Acceso Correcto')
            return render(request, "Inicio.html")

```


Ahora en el archivo urls.py podemos registrar las vistas de las plantillas html, y como las vamos a llamar.

Figura 35.

Urls.py

```
from django.contrib import admin
from django.urls import path
from django.conf.urls import include, url
from . import urls
from Proyecto1.views import inicio, tumores, patologia, predecirPatologia, registroUsuario, inicioSession,
from . import views
from django.conf import settings
from django.conf.urls.static import static

urlpatterns = [
    path('admin/', admin.site.urls),
    path('inicio/', inicio, name="inicio"),
    path('tumores/', tumores, name="tumores"),
    path('patologia/', patologia, name="patologia"),
    path('predecirPatologia/', predecirPatologia, name="predecirPatologia"),
    path('registroUsuario/', registroUsuario, name="registroUsuario"),
    path('', inicioSession, name="inicioSession"),
    path('logout/', logout, name="logout"),
    path('nosotros/', nosotros, name="nosotros"),
]

if settings.DEBUG:
    urlpatterns += static(settings.MEDIA_URL, document_root=settings.MEDIA_ROOT)
```

Anexos 2 Ejecución del Proyecto

En la consola de Windows procedemos a colocar el comando “*python manage.py runserver*” el cual nos indicara que está corriendo en el host y puerto <http://127.0.0.1:8000>

Figura 36.

Vista ejecución de Django

```
System check identified no issues (0 silenced).
November 01, 2021 - 10:49:47
Django version 2.2.3, using settings 'Proyecto1.settings'
Starting development server at http://127.0.0.1:8000/
Quit the server with CTRL-BREAK.
```

Anexos 3 Manual De Usuario

INTRODUCCIÓN

El presente manual tiene la finalidad de guiar a los usuarios sobre el sistema de predicción de los tumores cerebrales, tomando todos los detalles para que sea de fácil entendimiento.

REQUERIMIENTOS.

- Conexión a Internet
- Navegador de Internet (cualquier navegador en sus versiones más recientes)

CONTENIDO DEL MANUAL

En esta sección se especifica como el usuario debe ingresar a la aplicación y la utilización sobre la funcionalidad de la aplicación prototipo, su forma de uso, las acciones a realizar en cada una de las interfaces.

Ingreso a la Aplicación Web

En el link proporcionado para el ingreso a la aplicación prototipo, en la primera pantalla identificamos las opciones:

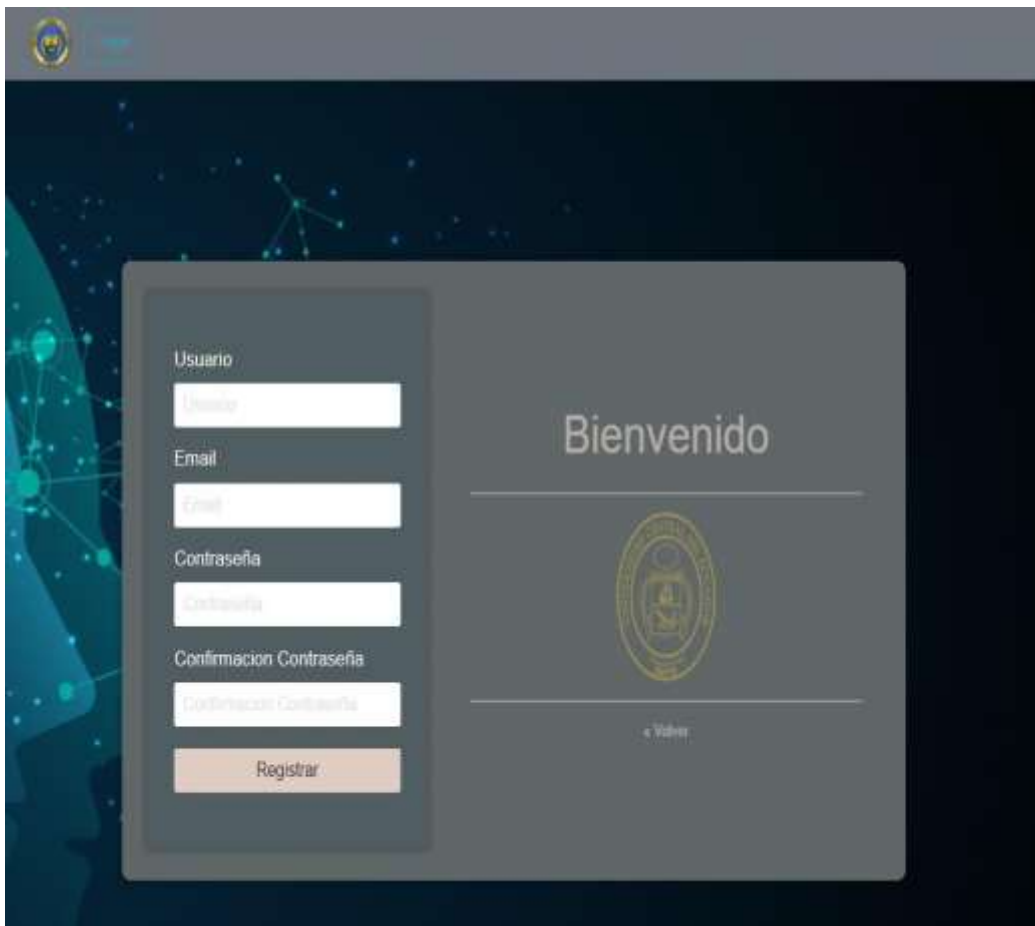
- Login: Nos indica colocar el usuario y el password para el ingreso a la plataforma.
- Registrarse: Nos indica que si no tienes usuario es necesario que te registres para ingresar a la plataforma.

Registrar usuario en la aplicación prototipo

Al dar clic en el enlace “¿No tienes Cuenta? Registrase”, se nos despliega un formulario de registro, el mismo que nos permite crear un usuario para el ingreso de la aplicación prototipo.

Figura 37.

Pantalla Principal de login.

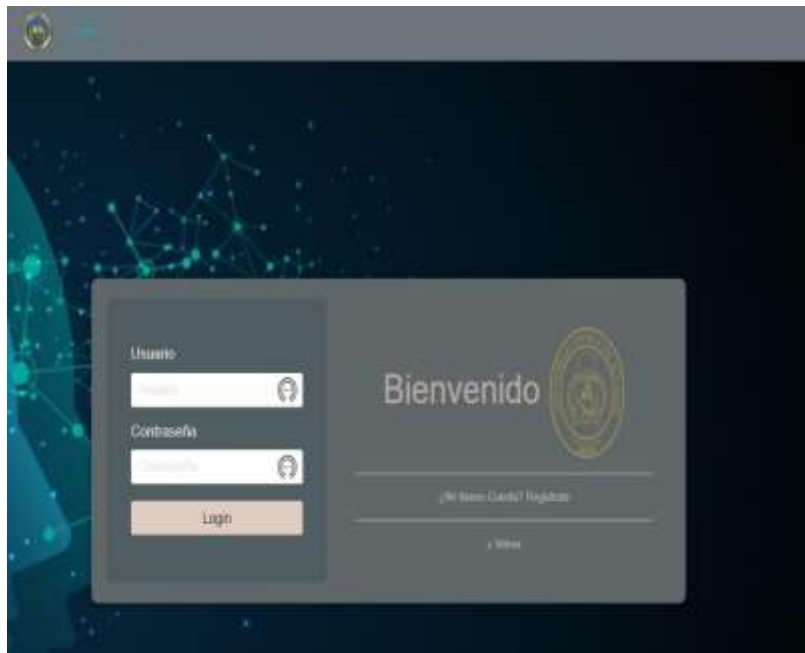
The image shows a web application interface for login and registration. On the left, there is a registration form with the following fields: 'Usuario' (Username), 'Email', 'Contraseña' (Password), and 'Confirmación Contraseña' (Confirm Password). Each field has a corresponding input box. Below these fields is a 'Registrar' (Register) button. On the right, there is a login section with the heading 'Bienvenido' (Welcome) and a large circular logo in the center. Below the logo is a 'Login' button. The background of the interface is dark blue with a network-like pattern of dots and lines.

Iniciar sesión en la Plataforma Prototipo.

Una vez creado el usuario, damos clic en el botón de Login que se encuentra en la parte superior derecha, el cual nos dirige a la interfaz de inicio de sesión, en el que especificaremos el usuario y la contraseña creados en el formulario de registro.

Figura 38.

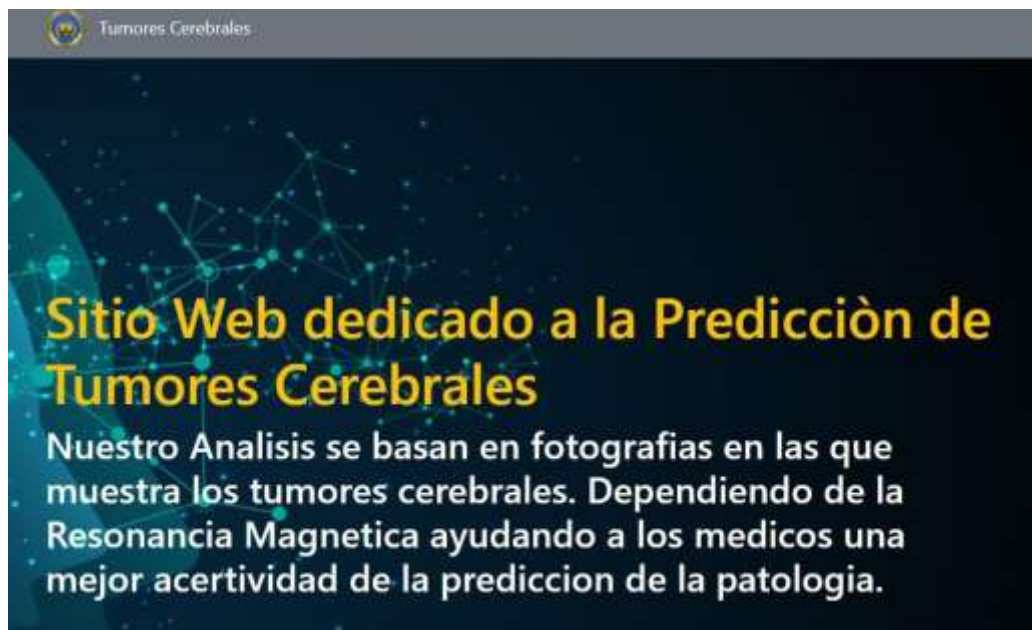
Pantalla de ingreso de usuarios.



Una vez dentro de la aplicación nos encontramos con la interfaz de bienvenida a la aplicación, dando clic en la parte superior derecha el enlace de tumores cerebrales.

Figura 39.

Pantalla de inicio.



Tumores Cerebrales: este enlace nos permite dirigirnos a la interfaz donde observamos la información referente al análisis de los tumores cerebrales

Visualización de Tumores Cerebrales en la Interfaz Web

Al dar clic en el enlace de tumores cerebrales, nos muestra una página en la que contiene un carrusel de imágenes referenciales de los tumores cerebrales, obteniendo información de las posibles causas de la aparición de tumores cerebrales.

Al dar clic en el botón de Analizar Patología, nos mostrara una interfaz con información referente a los cerebros sanos y a los posibles síntomas sobre la aparición de tumores cerebrales.

Figura 40.

Pantalla de información.

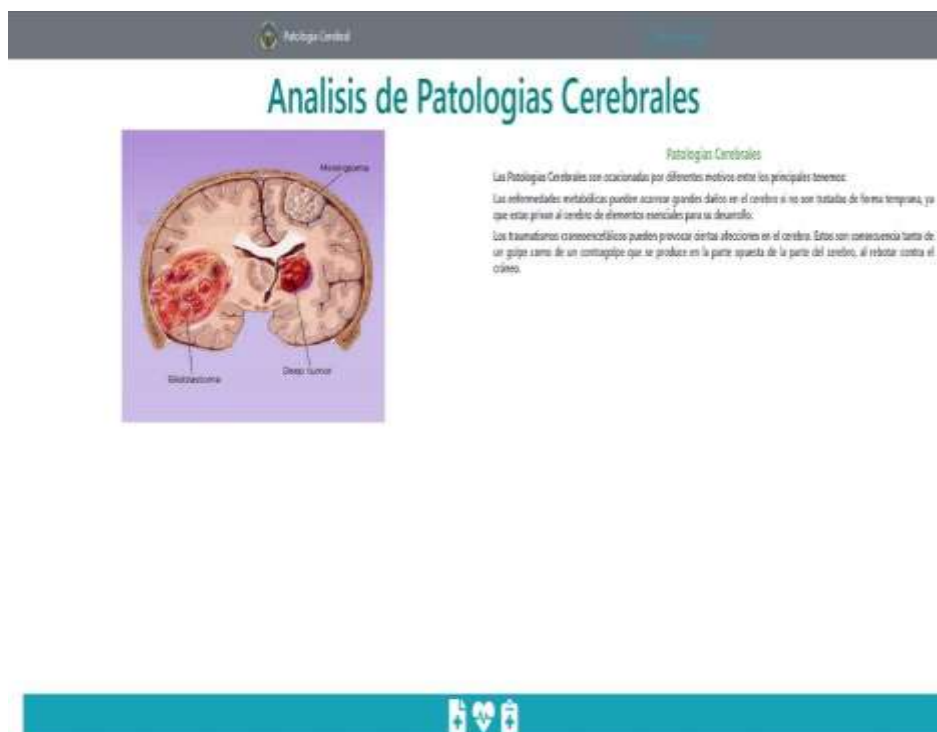





Figura 42.

Pantalla de predicción.

 Inicio Patología Sobre Nosotros Log Out

Subir Imágen de la Patología

 Cargar Imagen


 Predecir

Abrir Imagen: /media/entumores_f05A/v0_N5m670d.jpg

La predicción es :Tumor

El algoritmo predictor, tiene una exactitud del 95.87 %

Tomografia Cargada



¿ Síntomas Tumores Cerebrales ?

Los signos y síntomas de un tumor cerebral varían en gran medida y dependen del tamaño, la ubicación y la tasa de crecimiento del tumor cerebral. Entre los signos y síntomas generales que provocan los tumores cerebrales se encuentran los siguientes:

- Nueva aparición o cambio en el patrón de dolores de cabeza Dolores de cabeza que gradualmente se vuelven más frecuentes y más intensos Náuseas o vómitos inexplicables Problemas de la visión, como visión borrosa, visión doble o pérdida de la visión periférica Pérdida gradual de la sensibilidad o del movimiento en un brazo o pierna Problemas de equilibrio Dificultades del habla Confusión en asuntos diarios Cambios en la personalidad o el comportamiento Convulsiones, especialmente en personas sin historia clínica de convulsiones Problemas auditivos