

VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM
MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD

ANDERSON GEOVANNI BOLAÑOS PINTA
JUAN SEBASTIAN GONZALEZ DIAZ
GERSON URREGO INGA

UNIVERSIDAD CESMAG
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO
2022

VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM
MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD

ANDERSON GEOVANNI BOLAÑOS PINTA
JUAN SEBASTIAN GONZALEZ DIAZ
GERSON URREGO INGA

Informe final de trabajo de grado para optar al título de ingeniero de sistemas

ASESOR:
JUAN CARLOS ALVARADO
MsC. en sistemas inteligentes

UNIVERSIDAD CESMAG
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO
2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

Carlos González

Héctor Mora

San Juan de Pasto, 18 de mayo del 2022

NOTA DE EXCLUSIÓN

“El pensamiento que se expresa en esta obra es exclusiva responsabilidad de sus autores y no compromete la ideología de la Universitaria CESMAG”

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por darnos la capacidad de poder cumplir con este objetivo en nuestras vidas, a cada uno de nuestros familiares quienes estuvieron apoyando con moral para conseguir llegar hasta el final, a nuestros profesores por brindarnos su conocimiento, a nuestro asesor principal y aquellos quienes se dispusieron a resolver dudas cuando no teníamos a quién acudir mil gracias de verdad Dios los Bendiga.

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría, el entendimiento y la paciencia para lograr dar este paso tan grande en mi vida.

Anderson Geovanni Bolaños Pinta

Quiero dedicar este proyecto a mis padres Nayris González y Arturo Burbano, por el apoyo incondicional de parte de ellos, a mis abuelos Agustín González y Catalina Díaz, por su impulso y motivación por siempre ofrecerme sus consejos y enseñanzas.

Juan Sebastián González Díaz

Dedico este proyecto, al Padre Celestial por haberme guiado y acompañado en todo momento a mi señora madre María Josefina Inga Becerra y mi esposa Leidy Alexandra Rivera Carmona quienes me brindaron su apoyo condicional en las diversas etapas de mi estudio y vida profesional.

Gerson Urrego Inga

RESUMEN ANALÍTICO DE ESTUDIO R.A.E

FACULTAD: INGENIERÍA

PROGRAMA: INGENIERÍA DE SISTEMAS

FECHA DE ELABORACIÓN: 08 DE MAYO DE 2022

AUTORES DE LA INVESTIGACIÓN: JUAN SEBASTIÁN GONZÁLEZ DÍAZ
GERSON URREGO INGA
ANDERSON GEOVANNI BOLAÑOS
PINTA

DIRECTOR DE LA INVESTIGACIÓN: MSC JUAN CARLOS ALVARADO
PÉREZ

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL
ANÁLISIS DE IMÁGENES
DIAGNÓSTICAS IRM MEDIANTE LA
APLICACIÓN DEL PROCESO KDD

PALABRAS CLAVE

Inteligencia Artificial, Visión Artificial, Clasificación, Machine Learning, Modelos de clasificación, IRM.

DESCRIPCIÓN

La evolución de la tecnología ha permitido dar pasos a gran escala dentro de muchas áreas de trabajo e investigación, reflejando herramientas que pueden llegar a contribuir en el desarrollo de tareas y procesamiento de datos como las que requieren de fuerza física. Es ahí donde la inteligencia artificial en conjunto con otras herramientas, es quizás uno de los más grandes avances tecnológicos gracias a que es posible realizar actividades en menor tiempo en el que el ser humano le tomaría realizarlas. Es así como la principal característica de este proyecto se basa en el descubrimiento del conocimiento, el cual junto a las técnicas de VA permiten el desarrollo de herramientas que pueden llegar a contribuir en el sector de la salud.

Fortalecer el sector médico con el uso de nuevas tecnologías genera buenas expectativas, ya que la VA aporta significativamente en el campo de la medicina el poder de extraer características particulares de una IRM, esto gracias al uso de modelos de análisis y clasificación.

CONTENIDO

Capítulo 1: Planteamiento del problema, en este capítulo se describe como es necesario el desarrollo de una herramienta que permita agilizar el proceso de análisis y clasificación de una imagen IRM.

Capítulo 2: Marco teórico, dentro de este capítulo se presenta algunos antecedentes sobre estudios e investigaciones que pueden contribuir y servir de referencia en el desarrollo del proyecto.

Capítulo 3: Metodología, es aquí donde se define el tipo de metodología de la investigación, su enfoque y su paradigma.

Capítulo 4: Resultados de la investigación, dentro de este capítulo se evidencian los resultados obtenidos después del desarrollo del proyecto, también es posible encontrar como fue el proceso de desarrollo de la herramienta.

Capítulo 5: Análisis y discusión de resultados, es en este capítulo donde ya se habla sobre cómo fueron los resultados obtenidos, el análisis de cada modelo implementado y cómo fue su comportamiento.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación se enmarca dentro del paradigma positivista, ya que su enfoque es de tipo cuantitativo, en donde sus estudios son una forma de dar resultados soportando la realidad por medio de la tecnología en un contexto natural haciendo uso de instrumentos, los cuales recogen información con el fin de obtener un resultado esperado.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN Inteligencia Artificial

CONCLUSIONES

La herramienta desarrollada cumple de manera satisfactoria con los objetivos planteados, ya que gracias a la colaboración del neurólogo de la IPS los Ángeles fue posible determinar que, la herramienta cumple con el apoyo en el diagnóstico médico gracias a la implementación de técnicas de visión artificial para el análisis y clasificación de imágenes, mismos que fueron evaluados para determinar qué modelo es el mejor en esta tarea. Por otro lado, es una herramienta que gracias a la integración del *framework* Django es muy intuitiva y fácil de usar con una interfaz gráfica amigable que permite en uno de sus módulos seguir las etapas del proceso KDD.

RECOMENDACIONES

La herramienta desarrollada en el *framework* Django es escalable, por lo que es fácil la implementación de nuevos modelos de visión artificial que cumplan con las funciones del proceso KDD, es decir, la investigación e implementación de nuevos modelos puede quedar en manos de otros estudiantes del programa de ingeniería de sistemas.

Por otro lado, esta herramienta puede ser aplicada con diferentes tipos de imágenes, con el fin de encontrar patrones, clasificar o predecir algo según el caso que se desee, esto gracias a la implementación de las técnicas de visión artificial y sus modelos de clasificación.

FUENTES

GAVIRIA, Rogger. MARIN, Crithian. Sistema de inspección y clasificación de hojas de plantas medicinales por medio de visión artificial. Cali. 2018. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/handle/10614/10529>

RODRÍGUEZ M IVÁN. Inteligencia computacional aplicada a la segmentación de imágenes de resonancia magnética cerebral para diagnosis y tratamiento médico. España. 2016. Disponible en: <https://1library.co/document/yr2l6nvz-inteligencia-computacional-segmentacion-imagenes-resonancia-magnetica-diagnosis-tratamiento.html>

MACHACADO ROJAS Adriana M, & APARICIO PICO Lilia E. (2021). Técnicas de inteligencia artificial aplicadas al análisis de imágenes diagnóstico. Eco Matemático, 12 (2), 100-111. Disponible en: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ecomatematico/article/view/3237>

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
1.1 OBJETO DE INVESTIGACIÓN	20
1.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	20
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.5 OBJETIVOS	21
1.5.1 Objetivo general	21
1.5.2 Objetivos específicos	21
1.6 JUSTIFICACIÓN	22
1.7 DELIMITACIÓN	23
2. MARCO TEÓRICO	24
2.1 ANTECEDENTES	24
2.1.1 Internacionales	24
2.1.2 Nacionales	25
2.1.3 Locales	27
2.2 SUPUESTO TEÓRICOS	28
2.2.1 Inteligencia Artificial.	28
2.2.2 Resolución de problemas	29
2.2.3 Sistemas expertos	30
2.2.4 Aplicaciones de la IA	31
2.2.5 Pattern Recognition.	32
2.2.6 KDD (Knowledge Discovery in Databases).	33
2.2.7 Matriz de confusión	34
2.2.8 Curvas Roc	35
2.2.9 Accuracy y Precisión	36
2.2.10 Machine Learning.	37
2.2.11 Deep Learning	39
2.2.12 Redes Bayesianas:	43

2.2.13 Support vector machine (svm)	44
2.2.14 Árboles de clasificación (C 4.5)	45
2.2.15 Redes neuronales artificiales (RNA)	45
2.2.16 Diagnóstico médico.	48
2.2.17 Diagnóstico asistido por computador	49
2.2.18 Imágenes de resonancia magnética (IRM)	49
2.2.19 Interpretación de Imágenes RM	50
2.2.20 Repositorio de imágenes	54
2.2.21 Datasets	54
2.3 VARIABLES DE ESTUDIO	55
2.3.1 Variables independientes.	55
2.3.2 Variables dependientes.	55
2.4 DEFINICIÓN NOMINAL DE LAS VARIABLES.	55
2.5 DEFINICIÓN OPERATIVA DE LAS VARIABLES.	56
2.6 FORMULACIÓN DE HIPOTESIS	59
2.6.1 Hipótesis de investigación	59
2.6.2 Hipótesis nula	59
2.6.3 Hipótesis alterna	59
3 METODOLOGÍA	60
3.1 PARADIGMA	60
3.2 ENFOQUE	60
3.3 MÉTODO	60
3.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN	60
3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	60
3.6 POBLACIÓN	61
3.7 MUESTRA	61
3.8 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	61
3.9 VALIDEZ DE LA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	62
3.10 CONFIABILIDAD DE LAS TÉCNICAS DE LA INFORMACIÓN	63
3.11 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	63
4 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	64

4.1 REPOSITORIO DE IMÁGENES	64
4.2 Proceso KDD	65
4.3 EFFICIENTNET B0	69
4.4 METODOLOGÍA INGENIERIL (SCRUM)	70
4.4.1 Backlog de Producto o Product Backlog	71
4.4.2 Backlog del Sprint o Sprint Backlog	72
4.4.3 Sprint	73
4.4.4 Fases de Scrum	83
5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	86
6 CONCLUSIONES	94
7 RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA	96

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Arquitectura funcional de los sistemas expertos	31
Ilustración 2. Representación del proceso KDD	34
Ilustración 3. Matriz de confusión	35
Ilustración 4. Curvas ROC	36
Ilustración 5. Arquitectura del aprendizaje supervisado	38
Ilustración 6. Representación de la clasificación de un algoritmo	39
Ilustración 7. Estructura del funcionamiento del Deep learning.	40
Ilustración 8. Representación de la red neuronal prealimentada.	41
Ilustración 9. Representación de una red neuronal convolucional.	42
Ilustración 10. Representación de una red neuronal recurrente.	42
Ilustración 11. Modelo Redes Bayesianas.	44
Ilustración 12. Modelo Support Vector Machine.	45
Ilustración 13. Representación gráfica de una neurona lineal.	47
Ilustración 14. Representación gráfica de una neurona lineal.	48
Ilustración 15. Representación de la toma de IRM.	50
Ilustración 16. Representación de los cortes en el plano.	51
Ilustración 17. IRM tomada en T1.	52
Ilustración 18. IRM tomada en T2.	52
Ilustración 19. IRM tomada en DP.	53
Ilustración 20. IRM tomada en FLAIR.	53
Ilustración 21. IRM tomada en T2*.	54
Ilustración 22. Página web kaggle.	55
Ilustración 23. Diagnóstico vs imagen.	58
Ilustración 24. Pantallazo plataforma Kaggle (Repositorio).	62
Ilustración 25. Repositorio plataforma Kaggle.	62
Ilustración 26. Árbol de clasificación del repositorio de imágenes IRM.	64
Ilustración 27. Clasificación de imágenes.	65
Ilustración 28. Clasificación de imágenes.	66
Ilustración 29. IRM lista para ser procesada.	66
Ilustración 30. Conversión de imagen a tensor.	67
Ilustración 31. Data Mining (entrenamiento del modelo).	67
Ilustración 32. Accuracy y Loss.	68
Ilustración 33. Curvas ROC.	68
Ilustración 34. Matriz de confusión.	69
Ilustración 35. Roles Scrum.	70
Ilustración 36. Proceso de un Sprint.	74
Ilustración 37. Modelo entidad relación DB.	77
Ilustración 38. Inicio de sesión herramienta.	77
Ilustración 39. Modulo listar profesional.	78
Ilustración 40. Tablero de modelos.	78

Ilustración 41. Formulario de Hiper-Parámetros.	79
Ilustración 42. Asignación de sprint 2.	80
Ilustración 43. Modelo entidad relación DB.	80
Ilustración 44. Login.	81
Ilustración 45. Listados de pacientes.	81
Ilustración 46. Registro de citas.	82
Ilustración 47. Listado de citas.	82
Ilustración 48. Resultados del posible diagnóstico.	83
Ilustración 49. Reporte de clasificación CNN.	86
Ilustración 50. Precisión modelo CNN por enfermedad.	87
Ilustración 51. Matriz de confusión modelo CNN.	87
Ilustración 52. Reporte de clasificación Redes Bayesianas.	88
Ilustración 53. Precisión Redes Bayesianas.	88
Ilustración 54. Matriz de confusión modelo Redes Bayesianas.	89
Ilustración 55. Reporte de clasificación SVM.	89
Ilustración 56. Precisión modelo SVM.	90
Ilustración 57. Matriz de confusión modelo SVM.	90
Ilustración 58. Reporte de clasificación modelo C4.5.	91
Ilustración 59. Precisión modelo C4.5.	91
Ilustración 60. Matriz de confusión modelo C4.5.	92
Ilustración 61. Comparación de precisión entre modelos.	92

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Características del proceso KDD	65
Tabla 2. Product Backlog.	72
Tabla 3. Sprint Backlog.	73
Tabla 4. Sprint.	74
Tabla 5. Recursos técnicos.	75
Tabla 6. Recursos de software.	76
Tabla 7. Asignación de Sprint 1	76
Tabla 9. Sprint Planning.	84

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Plataforma Kaggle.	109
Anexo B. Certificado de revisión de imágenes.	112
Anexo C. Solicitud Radiológico del Sur.	113
Anexo D. Solicitud Hospital Departamental.	114
Anexo E. Solicitud Clínica Fátima.	115
Anexo F. Solicitud Clínica Palermo 1.	116
Anexo G. Solicitud Hospital Infantil.	117
Anexo H. Participación Congreso Andino.	118
Anexo I. Participación Semilleros Focus.	119
Anexo J. Aprobación Neurólogo.	120

INTRODUCCIÓN

La evolución de la tecnología ha permitido a los seres humanos dar pasos gigantes en muchas áreas de trabajo e investigación, en donde se ven reflejadas herramientas que contribuyen al desarrollo de tareas tanto de procesamiento de datos como las que requieren fuerza física. La inteligencia Artificial (IA) junto con otras herramientas, es quizá uno de los mayores avances de la tecnología, debido a que el ser humano se acerca más al objetivo de que una máquina razone, piense y actúe como una persona, generando gran impacto en sectores industriales, comercio y por supuesto en la salud. El estudio e investigación de la IA en el sector de la salud, motiva a buscar nuevas soluciones a ciertos procesos en donde aún no se han aplicado las nuevas tecnologías de las cuales el mundo se beneficia actualmente, esto con el fin de poder apoyar la toma de decisiones del personal médico, logrando de esta manera tener resultados más eficientes en distintas operaciones que se realizan dentro de este sector. Las ramas de la IA ofrecen muchos campos como lo es el caso de la Visión Artificial (VA), un elemento importante en la captura de datos mediante imágenes digitalizadas, “La visión por computadora implica que la máquina capture imágenes, así como datos del contexto. La idea es que sea capaz de percibir el mundo.”¹

La característica principal de este proyecto es el descubrimiento de conocimiento de bases de datos o KDD, por sus siglas en inglés (*Knowledge Discovery in Databases*) junto con las técnicas de VA que permiten desarrollar complementos que pueden ayudar en gran manera al sector de la salud como apoyo en el análisis de imágenes de resonancia magnética (IRM). El análisis de imágenes digitalizadas a través de VA, recopilará datos que serán procesados y modelados por medio de un módulo KDD que generará patrones de datos, los cuales podrán ser interpretados por el profesional médico encargado, logrando de esta manera una lectura rápida y más eficiente de las IRM. Por lo anterior, es necesario lograr la interacción del usuario final con el proceso KDD, para ello se diseñó una interfaz gráfica con modelamiento web, en donde el profesional pueda interactuar con la herramienta que contará con diferentes opciones que facilitarán su uso, además de tener un instrumento de apoyo al diagnóstico de las IRM. De igual manera, el sistema cuenta con un apartado en donde el profesional podrá trabajar directamente con el proceso KDD, en donde al modelo creado se le puede asignar más conocimiento por medio de un proceso denominado Transfer Learning, que según Mike², autor de diferentes definiciones en *DataScientest*, un organismo de formación experto en el campo de la data lo define como, la transferencia de conocimiento adquirido para la resolución de más problemas. Esto hace que un modelo pueda

¹ NIEBLES, Juan Carlos. Inteligencia artificial en todo y para todos. En Revista Digital Universitaria [revista académica en línea], vol. 21, no 1 (2020). [Consultado el 04 de junio de 2020]. Disponible en <<http://www.revista.unam.mx/category/universidades/>>

² MIKE. ¿Qué es el Transfer Learning? En DataScientest [sitio web] 06 de enero de 2022. [Consultado el 28 de marzo de 2022]. Disponible en < [18](https://datascientest.com/es/que-es-el-transfer-learning#:~:text=%E2%80%9CEI%20Transfer%20Learning%2C%20o%20aprendizaje,el%20crecimiento%20del%20Deep%20Learning.></p></div><div data-bbox=)

adquirir más conocimiento gracias a los nuevos datos ingresados, logrando de esta manera un modelo más eficiente y con una tasa menor de error.

Para lograr con el objetivo de la investigación es necesario abordar la literatura científica vanguardista y de impacto como por ejemplo revistas Q1, bases de datos, etc.; además de manejar conceptos claros de cada tema y termino que se maneja dentro del objetivo de investigación, adicionalmente es necesario la capacitación y aprendizaje de lenguajes de programación aplicados al objetivo que se quiere lograr, haciendo uso de herramientas, librerías, interfaz de programación de aplicaciones (API), etc., que son de gran utilidad y ayuda al momento del desarrollo y ejecución de software. Es necesario también contar con los objetos que van a permitir capturar los datos, para este caso existen sitios web de confianza que facilitan las IRM y también se hizo necesario solicitar datasets (IRM) a centros hospitalarios en donde se realicen estos procedimientos, con el fin de poder tener un alto número de imágenes tanto para entrenamiento como para test.

Mediante la ejecución del proyecto se desarrolla un módulo KDD capaz de capturar patrones de datos que puedan ser interpretados y procesados para mostrar al profesional médico información que pueda ser de apoyo en el análisis de las IRM, dentro de una interfaz gráfica que permite interactuar con el profesional, logrando de esta manera realizar un aporte a este sector que es tan importante dentro de la sociedad.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 OBJETO DE INVESTIGACIÓN

Imágenes diagnósticas IRM.

1.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Inteligencia artificial: “Es la simulación de inteligencia humana por parte de las máquinas.

Dicho de otro modo, es la disciplina que trata de crear sistemas capaces de aprender y razonar como un ser humano, aprendan de la experiencia, averigüen cómo resolver problemas ante unas condiciones dadas, contrasten información y lleven a cabo tareas lógicas”.³

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La salud en la actualidad cuenta con diversos desarrollos en cuanto a investigaciones y tecnologías que centran su aplicación a este campo; las técnicas de IA son avances que se desarrollan actualmente en muchos países aplicándola a muchos campos ya sea agropecuario, industrial e incluso en la medicina y la ciencia, estas aplicaciones o técnicas de IA permiten dar un valor agregado a los campos donde se la aplique, pero cabe resaltar que en la medicina aún faltan muchas herramientas que pueden ser aplicadas de cierta manera que permitan a un profesional un acompañamiento en cuanto a la toma de decisiones se habla. El análisis de Imágenes de Resonancia Magnética IRM por parte de los profesionales, puede estar sujeto a posibles percances que se pueden presentar como: distintos diagnósticos entre los encargados, largos tiempos de respuesta, ausencia de un profesional, entre otros, que desarrollan una serie de contratiempos que pueden implicar sobrecostos para el área médica y el paciente. Por lo cual, es necesario implementar herramientas que ayuden al personal destinado para estas tareas. “El desarrollo de tecnologías asociadas con las técnicas de inteligencia artificial (IA), aplicadas a la medicina, representa una novedosa perspectiva, que puede reducir los costos, el tiempo, los errores médicos; así como potenciar el uso de los recursos humanos en las ramas médicas con mayores requerimientos”⁴.

En cuanto al diagnóstico de imágenes IRM es necesario que se encuentren disponibles todos los profesionales que hacen parte del análisis, “La realización de este tipo de exámenes requiere un equipo multidisciplinario de profesionales de

³ Programa ingeniería de sistemas. Formato líneas de investigación A-2020. San Juan de Pasto: universidad CESMAG. 2020. p.1

⁴ EXPÓSITO GALLARDO, María del Carmen. ÁVILA ÁVILA, Rafael. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la Medicina: perspectivas y problemas [recurso en línea]. 2008. [Consultado el 18 de mayo de 2020]. Disponible en <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008000500005>

distintas áreas: un físico con conocimiento en Resonancia Magnética RM, estadísticos para la evaluación de los datos, neurólogos y neuropsicólogos que diseñan los distintos Test específicos para la activación de un área cerebral dada, técnicos en resonancia entrenados en la realización de estos exámenes y neuro radiólogos que puedan interpretar las imágenes”⁵, lo que conlleva a que haya la necesidad de tener reunidos a todos los profesionales encargados, para que se pueda realizar el análisis de las imágenes. Esto puede generar contratiempos al darse la posibilidad de que una persona del equipo médico no tenga la disponibilidad en aquel momento, o que no se cuente con un profesional específico en alguna área, entre otros.

Es necesario que el sector de la salud, implemente sistemas que sean de apoyo al personal médico para la interpretación de resultados que permitan llevar un patrón de estadísticas que conlleven a un análisis más profundo y detallado teniendo datos que reconozcan comportamientos en análisis anteriormente interpretados y que los profesionales de la salud tengan un fundamento más en el que puedan apoyarse, sin tener que recurrir a otras pruebas o profesionales que pongan en duda su diagnóstico o necesiten un tiempo considerable para su análisis.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo contribuir en el análisis y diagnóstico de imágenes IRM aplicando técnicas de Visión Artificial?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Apoyar el diagnóstico médico para la toma de decisiones en el análisis de imágenes IRM mediante el proceso KDD aplicando técnicas de visión artificial y machine learning.

1.5.2 Objetivos específicos

Generar un repositorio depurado de datos sobre imágenes diagnósticas IRM, mediante un sistema débilmente acoplado.

Implementar algoritmos de visión artificial basados en *Deep Learning* y *Pattern Recognition* para análisis de imágenes IRM.

⁵ AGUIRRE, Romina. Estudio de la función cerebral a partir de una nueva técnica de imagen: “la resonancia magnética funcional” [Recurso en línea]. 2006. [Consultado el 17 de junio de 2020]. Disponible en <[http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006-%20Alumnos%20P.F.I/\(RMN\)%20AGUIRRE%20ROMINA%20CECILIA.pdf](http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006-%20Alumnos%20P.F.I/(RMN)%20AGUIRRE%20ROMINA%20CECILIA.pdf)>

Evaluar los resultados de los algoritmos mediante métricas de precisión y confianza abordadas en la literatura científica.

1.6 JUSTIFICACIÓN

Gracias a los grandes avances tecnológicos que se tienen hoy en día, ha sido posible aportar soluciones a diferentes ámbitos de la sociedad como lo son el mercado, la industria, los medios de comunicación, entre otros; y es que al día de hoy se cuenta con millones de datos que están distribuidos en todas partes y que es necesario aprovecharlos de alguna manera. Para ello está la Inteligencia Artificial (IA), la cual además de permitir el análisis de datos cuantitativos, permite a través de sus ramas específicamente la Visión Artificial (VA), trabajar con datos cualitativos por medio de imágenes, y es aquí en donde entra el sector de la salud, un sector tan importante dentro de la sociedad y que es necesario que cuente con la mayor parte de la última tecnología; y es que la IA junto con la VA, han logrado pasos gigantes dentro de la medicina, específicamente en el diagnóstico de imágenes, como lo redacta en un artículo del diario el país, Arenas⁶, que la llegada de la inteligencia artificial ha logrado agilizar en gran manera los procedimientos de diagnóstico por parte de los profesionales, puesto que ya cuentan con sistemas inteligentes a los cuales se les ingresan radiografías, scanner o TACs y estos se encargan de brindar un posible diagnóstico, al igual que por medio de técnicas de VA pueden tratar la imagen y enfocar aquellas anomalías que se encuentren en la misma.

Por lo anterior, fortalecer al sector médico con el uso de las nuevas tecnologías genera buena expectativa a la comunidad en general, pues es la principal beneficiada, hoy en día se puede encontrar gran cantidad de recursos informativos, pues se está viviendo la era de la información, en donde el volumen de datos es mayor y están disponibles en cada rincón de la web listos para ser analizados e interpretados. Además de eso, el software con licencias GNU (*General Public Licence*) permiten desarrollar herramientas o sistemas que no necesiten un alto valor de inversión, dando lugar a que se puedan implementar en muchos proyectos. Los grandes avances tecnológicos que surgen día a día en la medicina, son gracias a la unión que tiene la disciplina de la salud con la ingeniería, dando lugar a investigaciones que contribuyen significativamente a ciertos sectores en donde se hace necesario intervenir con la aplicación de las novedades del software y hardware con los que se cuenta en la actualidad.

El análisis de datos por medio de módulos KDD permite recopilar y descubrir patrones en los datos que pueden ser utilizados para el análisis de todo tipo de información, para el caso de las imágenes diagnósticas IRM, estos datos se los puede obtener por medio de técnicas de VA. El conjunto de estas actividades da

⁶ ARENAS, Guillermo. Inteligencia artificial al servicio de la medicina: así ayuda a conseguir diagnósticos más certeros. En EL PAIS [Periódico internacional]. [Citado el 10 de septiembre de 2021]. Disponible en < <https://elpais.com/sociedad/siempre-innovando/2021-09-10/inteligencia-artificial-al-servicio-de-la-medicina-asi-ayuda-a-conseguir-diagnosticos-mas-certeros.html>>

como resultado un análisis de las imágenes arrojado por el sistema, el cual se basa en los patrones identificados en cada IRM, siendo este un proceso de gran ayuda para el personal médico, al contar con un diagnóstico base en el que pueda apoyarse y afirmar su propio análisis y en los pacientes al tener la posibilidad de conocer sus resultados en un tiempo más corto. Añadiendo a lo anterior, el sistema cuenta con una ventaja muy importante y es que va aprendiendo a medida en que se le introduzcan más datos, teniendo así un modelo con una margen de error más pequeño.

Las investigaciones pueden llegar a ser la causa del desarrollo de innovadores proyectos que generen un impacto social muy grande, logrando resolver problemas que se encuentran muchas veces fuera de un área de investigación y que como tal no se han planteado de una manera correcta para buscarles una solución. La investigación realizada y publicada en la revista de ciencias sociales y humanas UNIVERSITAS por Beltrán Ramírez Raúl, Maciel Arellano Rocío y Jiménez Arévalo José⁷, en Ecuador en el año 2014, denominada “La tecnología y la inteligencia artificial como futuro en el área médica”; explica lo importante de la implementación de las nuevas tecnologías en la medicina, ya que generan un desarrollo importante en cada una de las partes que la componen, entre los más relevantes se encuentran: el apoyo a tratamientos, el tiempo utilizado para el diagnóstico y toma de pruebas y por último la asistencia para la toma de decisiones. También expresa que la tecnología puede ser de apoyo a la metodología que se viene utilizando en el análisis de resultados, reduciendo costos y tiempo en cada una de ellas.

En consecuencia, la VA aporta significativamente a la medicina al poder extraer características importantes por medio del proceso KDD, las cuales por medio de una interfaz gráfica pueden ser utilizadas por los profesionales para poder predecir posibles diagnósticos que apoyen su diagnóstico oficial; de esta manera, la prestación de este servicio será mucho mejor al reducir los tiempos de entrega de resultados y se abrirán espacios para el desarrollo de herramientas que perfeccionen estos procedimientos.

1.7 DELIMITACIÓN

La ejecución y desarrollo del proyecto comienza a partir del mes de febrero del año 2021 con una duración de 10 meses, es decir hasta el mes de diciembre del mismo año, en los cuales se realizará el desarrollo del módulo y se tomarán las pruebas correspondientes del funcionamiento adecuado, planteado en la investigación del proyecto. Éste se va a desarrollar en la ciudad de Pasto, tomando como base imágenes digitalizadas de cualquier parte del cuerpo humano de sexo masculino o femenino.

⁷ BELTRÁN RAMÍREZ, Raúl, MACIEL ARELLANO, Rocío, JIMÉNEZ ARÉVALO José. Ecuador 2014. La tecnología y la inteligencia artificial como futuro en el área médica.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Internacionales

En el estudio de investigación de tesis doctoral por Rodríguez Iván⁸, en España en el año 2016, denominado “Inteligencia Computacional Aplicada A La Segmentación De Imágenes De Resonancia Magnética Cerebral Para Diagnóstico Y Tratamiento Médico”, es muy importante la segmentación de imágenes médicas las cuales presentan los métodos que se describen y los desarrollados con modelos de clasificación en unión de datos, es por eso que es muy importante el análisis de imágenes médicas es la segmentación.

Por lo anterior se puede deducir que el diagnóstico de imágenes IRM, puede contribuir significativamente si se lo lleva a una dimensión más automatizada en donde se haga uso de herramientas más modernas, las cuales son capaces de tomar decisiones siguiendo un patrón implementado en un algoritmo informático. Con respecto al diagnóstico de enfermedades, si se entrena de manera correcta un sistema con Inteligencia Artificial, se pueden lograr grandes avances en el campo de la medicina como el diagnóstico prematuro de ciertas enfermedades, lo cual conlleva a un tratamiento más rápido y posiblemente más eficaz.

La investigación realizada por Fos Guarinos. Belén⁹, en España en el año 2016, denominada Diseño de técnicas de visión artificial aplicadas a imágenes médicas de rayos x para la detección de estructuras anatómicas de los pulmones y sus alteraciones, concluye que la tecnología hace parte de la medicina cada día más, pues gracias a las herramientas que ésta ofrece, se pueden realizar procedimientos y llegar a ser un soporte importante para dar un diagnóstico y tomar una decisión correcta; además discierne que la Inteligencia Artificial (IA) es una de las herramientas que pueden ser de gran impacto implementados para el diagnóstico y toma de decisiones médicas, esto gracias a que la IA trabaja con algoritmos que procesan grandes cantidades de datos, logrando un aprendizaje gracias al análisis de la información que estos le suministran, lo que conlleva a que con el tiempo sea mucho más preciso en los diagnósticos o hipótesis que arroje. De igual modo determina que el diagnóstico asistido por computador resulta de gran ayuda para el análisis posterior por los profesionales en el área de la salud.

En referencia a lo anterior, esto da soporte a ciertos factores resaltados en este proyecto, donde se habla de que la tecnología puede ser una ayuda para el profesional de la salud en la toma de decisiones y mucho más con la IA, en la que

⁸ RODRÍGUEZ M IVÁN. Inteligencia computacional aplicada a la segmentación de imágenes de resonancia magnética cerebral para diagnóstico y tratamiento médico. España. 2016.

⁹ FOS GUARINOS, Belén. Diseño de técnicas de visión artificial aplicadas a imágenes médicas de rayos x para la detección de estructuras anatómicas de los pulmones y sus alteraciones. España. 2016

gracias a la capacidad de autoaprendizaje que esta tecnología tiene procesando datos relacionados, puede llegar a tener la capacidad de arrojar diagnósticos importantes en los que un profesional médico se pueda apoyar sin necesidad de recurrir a más pruebas.

El proyecto a cargo de Salazar. Orlando, Salazar. Johonathan, Menacho. Danny, Morales. Diego, Aredo. Victor¹⁰, en Brasil en el año 2018, denominado “Improvement of the classification of green asparagus using a Computer Vision System”, determina que se puede disminuir el margen de error al utilizar la visión por computadora, en la clasificación de espárragos, logrando de esta manera una mejor clasificación en estos alimentos.

Por consiguiente, se puede concluir que la IA en su rama de Visión Artificial puede contribuir significativamente en los procesos en donde es necesario la captura de datos para su análisis y clasificación, dando a entender también que es aplicable en muchos campos como puede ser la medicina en el campo de IRM y que permite disminuir el margen de error que puede haber en el diagnóstico de datos dados al sistema, fortaleciendo de esta manera la función de diagnosis en los patrones que determina la máquina.

2.1.2 Nacionales

Según la investigación y su respectivo artículo publicado, realizada por Machacado Rojas, A. M..., & Aparicio Pico, L. E. (2021). Técnicas de inteligencia artificial aplicadas al análisis de imágenes diagnóstico. Eco Matemático, 12 (2), 100-111¹¹, en la ciudad de Bogotá en el año 2021, menciona que la implementación de la inteligencia artificial juega un papel muy importante en los diferentes procesos por parte de los médicos de la salud, lo cual permite el seguimiento mediante la tecnología y dar un diagnóstico permitiendo revelar enfermedades o cuerpos extraños en un tiempo más corto.

Lo anterior deduce que el análisis de imágenes es un proceso que tiene mucha utilidad, al poder determinar patrones o datos en las imágenes digitalizadas, que permiten ser analizados con el fin de poder obtener información que contribuya significativamente en la toma de decisiones o rastreo de patrones que conlleven a un dato en específico.

El proyecto de Gaviria. Rogger, Marín. Crithian,¹² en la ciudad de Cali en el año 2018, denominado “Sistema de inspección y clasificación de hojas de plantas medicinales por medio de visión artificial”, hablan de cómo la aplicación de técnicas

¹⁰ SALAZAR CAMPOS, Orlando. SALAZAR CAMPOS, Johonathan. MENACHO, Danny. MORALES, Diego. AREDO, Victor. Improvement of the classification of green asparagus using a Computer Vision System. BRASIL. 2018.

¹¹ MACHACADO Rojas, A. M., & Aparicio Pico, L. E. (2021). Técnicas de inteligencia artificial aplicadas al análisis de imágenes diagnóstico. Eco Matemático, 12 (2), 100-111

¹² GAVIRIA, Rogger. MARIN, Crithian. Sistema de inspección y clasificación de hojas de plantas medicinales por medio de visión artificial. Cali. 2018

de IA son implementadas en la medicina y han servido para mejorar notablemente condiciones en la salud de muchas personas y atribuyen a la toma de una decisión en este sector, de tal forma que estas herramientas proporcionan una mayor optimización del tiempo y ayuda a disminuir algunos errores que comúnmente se cometen en el área de análisis, arrojando datos con mucha más precisión y de forma ágil, además esto genera un gran impacto en el aporte que se hace a la medicina, ya que, estas aplicaciones de IA son capaces de procesar y almacenar grandes cantidades de información gracias a sus algoritmos implementados.

En relación a lo anterior es posible sustentar el hecho de implementar técnicas de IA en el campo de la salud y la idea de apoyar el análisis de imágenes diagnósticas, ya que, este tipo de tecnología es un avance que día a día tiene gran aporte en la medicina y contribuye al apoyo del profesional de la salud, es de tal forma como en este proyecto se pueden hacer uso de algunas descripciones planteadas por ellos en su investigación, pero en este caso dándole un enfoque al análisis de IRM mediante técnicas implementadas a través de algoritmos implementados por los autores de la anterior investigación para el reconocimiento de patrones, almacenamiento de grandes cantidades de datos y el procesamiento de los mismos.

Según Duque Miranda, su tesis y trabajo de investigación titulado “Segmentación de la próstata en imágenes de resonancia magnética mediante técnica de inteligencia artificial” publicado en 2021¹³. En el mundo de inteligencia artificial el reconocimiento de patrones y la representación intangible de datos, es muy importante para el campo de la medicina es así que el estudio de datos dentro de una imagen de resonancia magnética se ha convertido en parte fundamental para el estudios y el objetivo que tienen los médicos al momento de aplicar un dictamen, dentro del proceso de la segmentación es de resaltar que de este trabajo es traer una forma de visualizar los datos y resultados después de un tratamiento el cual seguirá un proceso de entrenamiento mediante modelos de inteligencia artificial debidamente segmentando arrojando de manera más clara y certera un diagnóstico apoyando al médico al momento de su dictamen.

Por otro lado, es importante mencionar que el trabajo de tesis en mención para la obtención de título de magister, con respecto a la implementación de imágenes IRM ha sido de gran apoyo para nuestra investigación dando a conocer procesos segmentación y arquitecturas que se pueden implementar al momento de realizar tratamiento a las imágenes de resonancias magnéticas dando resultados destacables al momento de un dictamen médico.

¹³ DUQUE MIRANDA, Juan. Segmentación de la próstata en imágenes de resonancia magnética mediante técnicas de inteligencia artificial.

2.1.3 Locales

Con respecto a la investigación realizada por Navarro. Antonio, Arteaga. Ana¹⁴, en la ciudad de San Juan de Pasto en el año 2018, denominada “Programa de Reorganización, Rediseño y Modernización de las redes de prestación de servicios de salud del Departamento de Nariño”, cabe resaltar que dentro de esta actualización se encuentra ubicado como uno de los factores de alta complejidad la parte de las IRM, en donde busca como objetivo en minimizar riesgos y procesos en la prestación de los servicios de salud buscando como proyecto la optimización de los recursos técnicos, científicos, tecnológicos y administrativos que den como resultado la búsqueda de una sostenibilidad financiera y rentable.

De la información obtenida en la anterior investigación, se obtiene que la implementación de tecnología en la toma de IRM, son de gran contribución en el sector de salud pues permiten optimizar procesos, mismos que conllevan a un diagnóstico más eficiente en aras de un beneficio social mediante el mejoramiento de la salud, cabe resaltar que después de consultada la investigación se manifiesta que aporta en gran magnitud nuestro proyecto en donde se considera que muchas de las empresas en el sector de salud requieren de software de lecturas IRM los cuales aporten y sean base de diagnósticos por parte de sus especialistas.

El proyecto de investigación realizado por Caicedo, Aldana y Hernández¹⁵, en la ciudad de San Juan de Pasto en el año 2009, denominado “Resonancias magnéticas funcional: evolución y avances en clínicas”, se desarrolló y se dio a conocer que tan importante es el uso de sus aplicaciones en el diagnóstico y mediante las técnicas de imagenología los diferentes métodos de tratamientos que se pueden llevar a cabo.

Por lo anterior, la implementación de visión artificial se está abordando y desarrollando en diferentes ciencias buscando el estudio y análisis de datos en cualquier campo donde se haga uso, como puede ser el sector de la medicina, buscando como objetivo un estudio mediante patrones algorítmicos que den resultados soportados con la tecnología, en gran manera en la obtención de información mediante la detección, segmentación, localización y reconocimiento de ciertos objetos e imágenes por medio del reconocimiento digital, lo que conlleva a que se pueda analizar con el fin de obtener un beneficio de ella.

El proyecto por parte de Morales. José,¹⁶ en la ciudad de San Juan de Pasto en el año 2013, denominado “Apoyo en la gestión y desarrollo de las labores de mantenimiento a equipos biomédicos en la clínica Fátima S.A”, manifiesta que El

¹⁴ WOLF, Antonio Navarro. ARTEGA TORRES, Ana Belén. Programa de reorganización, rediseño y modernización de las redes de prestación de servicios de salud del departamento de Nariño. San Juan de Pasto. 2008.

¹⁵ CAICEDO, Oswin Humberto, ALDANA, Cesar Augusto, HERNÁNDEZ Suarez Cesar. Resonancia magnetica funcional: evolución y avances en clinicas . San Juan de Pasto. 2009. pág. 1.

¹⁶ MORALES, Edison Rene. Apoyo en la gestión y desarrollo de las labores de mantenimiento a equipos biomédicos en la clínica Fátima.S.A. San Juan de Pasto. 2013.

desarrollo y ejecución de esta investigación busca apoyar el diagnóstico de las Imágenes de Resonancia Magnética IRM, para que el profesional cuente con una herramienta en la tenga un respaldo del análisis que ha determinado, además de poder agilizar el proceso de diagnóstico. Las imágenes digitalizadas IRM han contribuido significativamente en la medicina, pues permiten obtener una visión interna de nuestro cuerpo, pudiendo detectar de esta manera enfermedades como el cáncer, lesiones musculares, entre otras. El avance en la medicina es muy importante en todas sus dimensiones: social, económico, político, cultural, tecnológico, etc.; hoy en día es necesario implementar las nuevas tecnologías para que el personal médico pueda tener más apoyo y soporte en la toma de decisiones. De igual manera la IA que constituye un avance significativo en la tecnología, puede ser aplicada en muchos sectores que la necesiten, como lo es el ámbito de la medicina, en donde se hace uso de mucha tecnología para la toma de muestras, visualización de resultados, cirugías, y demás; pero ahí la necesidad de herramientas que permitan el análisis y diagnóstico de resultados basándose en datos reales que pueden ser procesados de tal manera que generen patrones que pueden ayudar a un diagnóstico más apropiado de nuevas tecnologías en donde se busca como objetivo por parte de la clínica Fátima el aporte de la visión artificial de tal modo que el diagnóstico sea preciso por parte de sus especialista y su tratamiento de rehabilitación sea de una manera adecuada.

Por consiguiente, es de resaltar que la investigación aporta el uso y pone en marcha nuevas tecnologías dentro de los equipos de salud, enfatizando la búsqueda de un control y una constante adquisición de software que ayuden a un mejor diagnóstico en el sector médico, logrando de esta manera poder fortalecer este campo haciendo uso de las herramientas avanzadas apoyadas por la última tecnología.

2.2 SUPUESTO TEÓRICOS

2.2.1 Inteligencia Artificial.

Con el paso del tiempo el ser humano ha venido desarrollando sistemas integrados en una máquina, que le permitan resolver ciertas actividades de una manera muy parecida a la que desarrolla una persona, esto gracias a que la ciencia ha podido entender cómo funciona el cerebro humano, su arquitectura, composición, conexión y la manera en la que procesa la información. También se ha podido determinar que su funcionamiento recae sobre la experiencia y el aprendizaje del mismo, es decir que con el pasar del tiempo, éste va aprendiendo patrones que le permiten adaptarse al medio y del mismo modo se van activando neuronas específicas. La inteligencia Artificial (IA) es el método con el que se emulan por medio de sistemas artificiales, ciertas capacidades del cerebro humano, como el reconocimiento de objetos, sonidos, etc., es por eso que ésta disciplina se enfoca principalmente en el análisis y tratamiento de datos y como tal requiere del conocimiento de diferentes áreas de conocimiento como lo son la estadística, el cálculo numérico, la informática, la neurociencia, entre otras, las cuales aportan significativamente en el desarrollo de sistemas inteligentes. Su funcionamiento depende de una serie de

instrucciones lógicas en las cuales se establecen los parámetros que entran en juego para la solución de un problema mediante un conjunto de reglas¹⁷.

- **Historia**

El concepto de IA se remonta al año de 1950 al matemático Alan Turing quien propuso que se podían crear computadoras que tuvieran la capacidad de pensar y además que fueran inteligentes, a partir de ahí nace la percepción de crear una inteligencia artificial. En la década de 1950 se introdujeron los primeros avances que demostraban la creación y funcionamiento de la IA, sus autores fueron Jonh McCarthy de MIT en su conferencia de Dartmouth y con la creación del lenguaje LISP; Allen Newell, John Clifford Shaw y Herbert Simón con la Teoría Lógica y el programa General Problem Solver; y Marvin Minsky y Jonh McCarthy quienes crean un laboratorio de estudio de la IA. A través del tiempo se fueron desarrollando muchos más sistemas y teorías que contribuyen significativamente al estudio de una IA más robusta y sofisticada, es así como dentro de los años 1972 a 1980 los científicos de la universidad de Stanford construyen MYCIN, un sistema basado en reglas el cual lograba representar el conocimiento, la deducción, el análisis médico y la terapia profesional. En este mismo tiempo aparece MOLGEN, un programa creado por Mark Stefik y Peter Friedlan el cual, por medio de la representación orientada a objetos del conocimiento, demostraba la planificación de experimentos genéticos. Con el pasar de los años aparecieron sistemas expertos más confiables y completos como simuladores de vuelo, juegos, entre otros¹⁸. Hoy en día se puede ver, como el mercado electrónico se ha inundado de tecnología basada en IA, como celulares, electrodomésticos, vehículos, etc., pero también se ve reflejada en el mundo empresarial a través de los Sistemas Basados en Conocimiento (SBC), lo que da a entender que se ha venido evolucionando significativamente en este aspecto.

2.2.2 Resolución de problemas

En el desarrollo de sistemas inteligentes lo que se busca es encontrar la mejor solución a un problema propuesto, esto se realiza por medio de estrategias de búsquedas heurísticas. Para la Real Academia Española,¹⁹ La heurística hace referencia a la búsqueda de solución de un problema mediante distintos métodos como reglas, tanteo, etc. Según lo anterior, para un sistema programado con IA, es necesario llegar a la solución de un problema por medio de algoritmos de búsqueda, éstos están diseñados para encontrar un elemento determinado dentro de una

¹⁷ BENÍTEZ, ESCUDERO, KANAAN, MASIP, Raúl. Gerard. Samir. David. Inteligencia artificial avanzada [Sitio web], ciudad: Gran Vía de les Corts Catalanes, UOC, 2014. Disponible en < <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=eT7ABAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=inteligencia+artificial&ots=9x8Gi15lCn&sig=ZWJxAktLsA5ISAg4GTvjJs4mre0#v=onepage&q&f=true> >

¹⁸ CORONEL YUJRA, Julio Cesar. Inteligencia Artificial – Reseña histórica. En Inteligencia Artificial – Reseña histórica [Recurso en línea]. [Citado el día 14 de noviembre del 2020]. Disponible en <<http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rits/n1/n1a02.pdf> >

¹⁹ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española [Recurso en línea]. 2020. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en < <https://dle.rae.es/heur%C3%ADstico> >

estructura finita de datos²⁰, recorriendo los llamados conjunto de estados que se simbolizan en forma de árbol y están compuestos por ramas y nodos, los cuales representan los estados en los que se encuentra el problema, el algoritmo recorre el árbol hasta llegar al estado en el que se determine la solución. Un problema general en el campo de la IA se denomina explosión combinatoria, ésta hace referencia a que el recorrido de un árbol de decisión no puede ser explorado en un tiempo considerable, para lo cual es necesario buscar estrategias heurísticas y buenas prácticas de IA²¹.

2.2.3 Sistemas expertos

Son aquellos programas de computador cuyo conocimiento está centrado en un determinado campo de aplicación. Para la industria, estos sistemas traen consigo muchas ventajas pues les permiten tener un gran banco de conocimientos que pueden ser explotados según sus necesidades, pero de igual manera tienen unas desventajas considerables, al ser algoritmos que se alimentan con datos recolectados, no cuentan con creatividad y sentido común, lo que los hace inferiores frente a la capacidad intelectual del ser humano. En consecuencia, los sistemas expertos siempre van a necesitar de un humano para su correcto funcionamiento, lo que da a entender que estos sistemas no podrán reemplazar por completo el trabajo del hombre.

La arquitectura de los sistemas expertos considera los siguientes componentes.

- **Base de conocimientos:** es el banco de información con el que cuenta el sistema en el campo que va a ser aplicado, debe contener los factores que lo determinan, como los heurísticos que se fueron adquiriendo por medio de la experiencia.
- **Base de hechos:** aquí se encuentran los datos relacionados con el problema a resolver. También se puede utilizar como memoria auxiliar para el almacenamiento del razonamiento utilizado para el cumplimiento de su tarea, esto con el fin de tener la capacidad de explicar al usuario que interactúa, como se logró llegar a la solución.
- **Motor de inferencias:** es el encargado de tomar los datos de la base de conocimientos y de la base de hechos para poder generar una serie de razonamientos que permitan llegar a un resultado.
- **Módulo de interacción con el usuario:** recae sobre la interacción hombre-máquina, en la mayoría de los casos las personas a interactuar con el sistema no cuentan con los conocimientos necesarios en cuanto a su

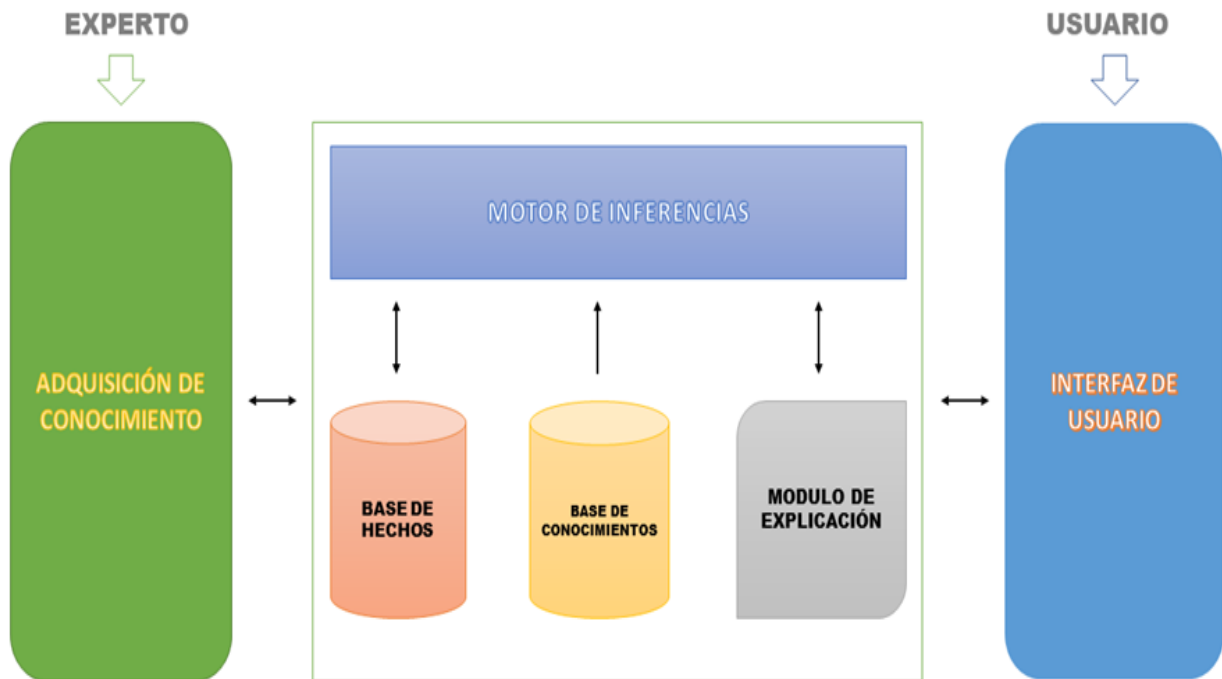
²⁰ ECURED. Algoritmo de búsqueda [Recurso en línea]. [Consultado el día 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.ecured.cu/Algoritmo_de_b%C3%BAscueda>

²¹ PINO, GÓMEZ, MARTÍNEZ, Raúl. Alberto. Nicolas. Introducción a la inteligencia artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva. [Recurso en línea], ciudad: España. Universidad de Oviedo, servicio de publicaciones. [Citado el día 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=RKqLMCw3IUkC&oi=fnd&pg=PA10&dq=inteligencia+artificial&ots=iHDDiYA07U&sig=xGoYIOO3OCXkEWA_rmC2HrKckXo#v=onepage&q&f=true>

desarrollo, por lo cual sus desarrolladores deben preocuparse bastante en realizar módulos que sean de fácil comprensión y accesibilidad para la manipulación por una persona natural²².

A continuación, se ve representada la manera en que interactúan entre sí, los componentes mencionados anteriormente.

Ilustración 1. Arquitectura funcional de los sistemas expertos



Fuente: creación propia.

2.2.4 Aplicaciones de la IA

La IA se ha venido implementando en muchos sectores donde ha sido acogida por todo tipo de personas que interactúan con ella, hoy en día el mundo cuenta con un gran número de actividades que son realizadas por Inteligencia Artificial, es de destacar que estas tareas permiten ahorrar mucho tiempo y para la industria es un excelente sistema puesto que además de ahorrar tiempo y automatizar sus funciones, les permite ahorrar una gran cantidad de dinero al no necesitar un gran número de personas para realizar una función específica. Cabe nombrar algunas aplicaciones donde se encuentra la IA, una de ellas son las técnicas contra el fraude,

²² PINO, GÓMEZ, MARTÍNEZ, Raúl. Alberto. Nicolas. Introducción a la inteligencia artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva. [Recurso en línea], ciudad: España. Universidad de Oviedo, servicio de publicaciones. [Citado el día 14 de noviembre de 2020]. Disponible en https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=RKqLMCw3IUkC&oi=fnd&pg=PA10&dq=inteligencia+artificial&ots=iHDDiYA07U&sig=xGoYIOO3OCXkEWA_rmC2HrKckXo#v=onepage&q&f=true

especialmente en los bancos, puesto a que en el día de hoy se realizan muchas gestiones por medio de la web y medios electrónicos, estos son utilizados para capturar información que permiten seguir el comportamiento de una persona al realizar una petición, estos comportamientos son supervisados a través del aprendizaje máquina y permite generar un control y bloqueo a las solicitudes anormales que una persona común puede realizar, de esta manera se evitan ataques informáticos a cuentas bancarias y demás. Del mismo modo, las oficinas virtuales están tomando un espacio en la industria, pues ya no es una persona quien resuelve una duda o petición por medio de un chat empresarial, sino que, es asistido por los denominados chatbots, sistemas entrenados previamente para sostener una conversación con una persona y dar solución a la petición que se le haga por medio de palabras clave. Por otro lado, la robótica ocupa un papel importante en la IA, puesto que es ésta en donde más se ve reflejada su aplicación, industrias diseñan y crean día a día robots capaces de realizar ciertas tareas con o sin la supervisión de un humano, además son capaces de aprender y adaptarse al medio en el que se encuentran, logrando así que sean más efectivos en las tareas para las que fueron programados. De igual manera, en el campo de la medicina ya se encuentran sistemas sofisticados que contribuyen significativamente al diagnóstico de enfermedades, acompañamiento de personas con alguna discapacidad, entre otras; esto ha generado que se busque muchas soluciones por medio de la IA a problemas que para la capacidad intelectual humana no son fáciles de asumir²³.

2.2.5 Pattern Recognition.

El reconocimiento de patrones permite el desarrollo de un enfoque de aprendizaje automático en campos del conocimiento como la medicina, comunicaciones, automatizaciones, inteligencia militar, minería de datos, bioinformática, clasificación de documentos, reconocimiento de voz, negocios y muchos otros²⁴.

Pattern Recognition, se basa en la identificación de características, para lo cual el sistema necesita un gran número de datos que le permitan identificar patrones que se repiten en la información suministrada, estos son utilizados para poder realizar predicciones y de esta manera poder resolver el problema para el cual fue diseñado. Para el desarrollo de un sistema de reconocimiento, se deben seguir una serie de pasos como el reconocimiento del problema a resolver, el alistamiento de los datos es decir, llevar a un solo formato todos los datos para que no haya problemas con el reconocimiento de los mismos, luego viene el entrenamiento del sistema, haciendo referencia como tal a una neurona artificial quien se encargará de manipular y explotar la información que en ella se encuentra para luego, por medio

²³ VECTOR ITC GROUP. Inteligencia artificial. En: presente, pasado y futuro [Recurso en línea]. [Citado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.ucavila.es/images/files/GuiaAcademica/18-19/titPropios/IA/Informe_IA.pdf >

²⁴ RAJESHWAR, Dass. Técnicas de reconocimiento de patrones: una revisión. Universidad de Ciencia y Tecnología. 2018. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/327906835_Pattern_Recognition_Techniques_A_Review>

de esos patrones detectados poder arrojar una respuesta según sea la petición del desarrollador²⁵.

2.2.6 KDD (Knowledge Discovery in Databases).

El descubrimiento de conocimiento en Base de datos KDD, es el proceso que está conformado por una serie de pasos, que permiten encontrar modelos que describen el comportamiento por medio de la identificación de patrones encontrados en un volumen de datos. Al hablar de modelos, se hace referencia a que es posible que, para un problema en específico, se den muchos modelos que permitan llegar a la solución por lo que es necesario determinar las características concretas del problema a tratar para según esa información, se haga uso del modelo adecuado²⁶.

- **Etapas**

Para el diseño de un modelo KDD es necesario seguir una serie de pasos, al ser este interactivo e iterativo permite la interacción con el usuario, siendo así un proceso muy confiable para su implementación. Las etapas del KDD son las siguientes:

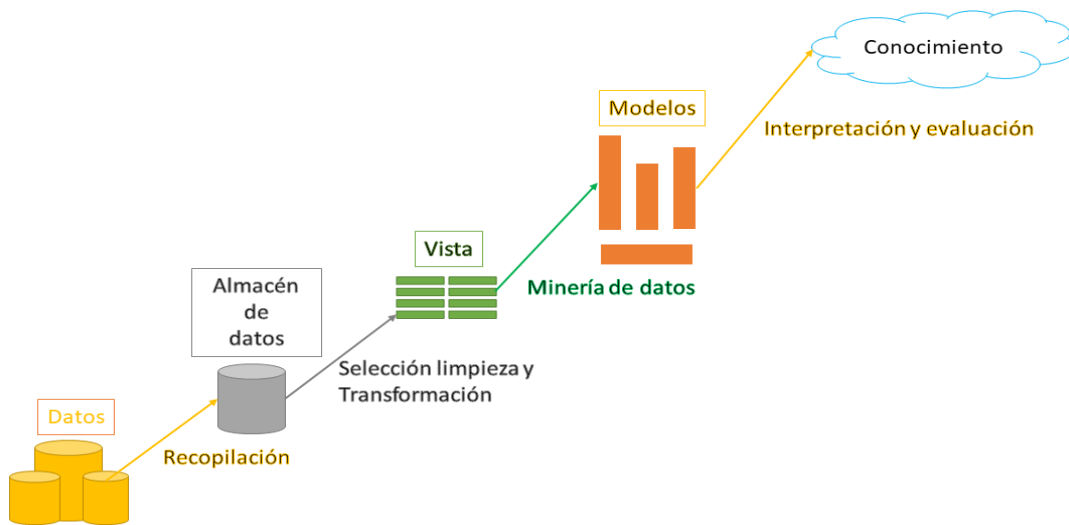
- **Selección:** consiste en la selección de los datos que van a ser usados para el análisis y descubrimiento del modelo que se adecue a la necesidad.
- **Pre procesamiento y limpieza:** es la etapa en donde se alinean, organizan y limpian los datos a un mismo formato, con el fin de evitar errores en el procesamiento de los mismos. Consta de buscar vacíos, o datos contaminados para que sean ignorados y reemplazados por datos que estén dentro de lo que se necesita, para esto se utilizan métricas básicas de estadística como media, moda, mínimo y máximo para que sean reemplazados.
- **Transformación y reducción:** se basa en la reducción de dimensiones, simplificando vertical u horizontalmente una base de datos. Este proceso se realiza con el fin de buscar y eliminar datos y atributos que se encuentren repetidos o que sean redundantes para el sistema.
- **Minería de datos:** radica en el descubrimiento de patrones encontrados en el análisis de los datos, creando modelos predictivos o descriptivos que determinan variables que son sujeto de estudio. Para ello es necesario escoger el algoritmo indicado según el tipo de problema a resolver.

²⁵ CAPÍTULO 1. Introducción al reconocimiento de patrones [Recurso en línea]. [Citado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <http://profesores.fi-b.unam.mx/ana/APUNTES_RP/capitulo1.pdf>

²⁶ LANDA, Javier. Tratamiento de los datos [Recurso en línea]. 19 de febrero de 2016. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <<http://fcojlanda.me/es/ciencia-de-los-datos/kdd-y-mineria-de-datos-espanol/>>

- **Interpretación y evaluación de datos:** los patrones descubiertos son traducidos para que sean entendidos por el usuario, se realiza una visualización de los mismos y si se requiere, se eliminan datos o patrones que no son necesarios para volver a una iteración y tener un modelo más preciso. Ya con el modelo indicado, este se lo ingresa a un sistema que cumpla con una tarea específica y necesite un modelo de conocimiento de datos²⁷.

Ilustración 2. Representación del proceso KDD



Fuente: creación propia.

2.2.7 Matriz de confusión

Es una herramienta que permite visualizar el rendimiento que tuvo un modelo de aprendizaje supervisado; lo hace a través de la representación gráfica de los valores predichos con los valores reales.²⁸

²⁷ TIMARAN PEREIRA, S. HERNANDES ARTEAGA, I. CAICEDO ZAMBRANO, S. HIDALGO TROYA, A. ALVARADO PEREZ, J. El proceso de descubrimiento de conocimiento de bases de datos [Recurso en línea]. [Citado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://ediciones.ucc.edu.co/index.php/ucc/catalog/download/36/40/230-1?inline=1>>

²⁸ IGNACIO BARRIOS.MD MSc D Sc. La matriz de confusión y sus métricas [Recurso en línea]. [Citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en <https://www.juanbarrios.com/la-matriz-de-confusion-y-sus-metricas/>

Ilustración 3. Matriz de confusión

VALORES PREDICCIÓN	Verdaderos positivos	Falsos positivos
	Falsos negativos	Verdaderos negativos
	VALORES REALES	

Fuente: creación propia.

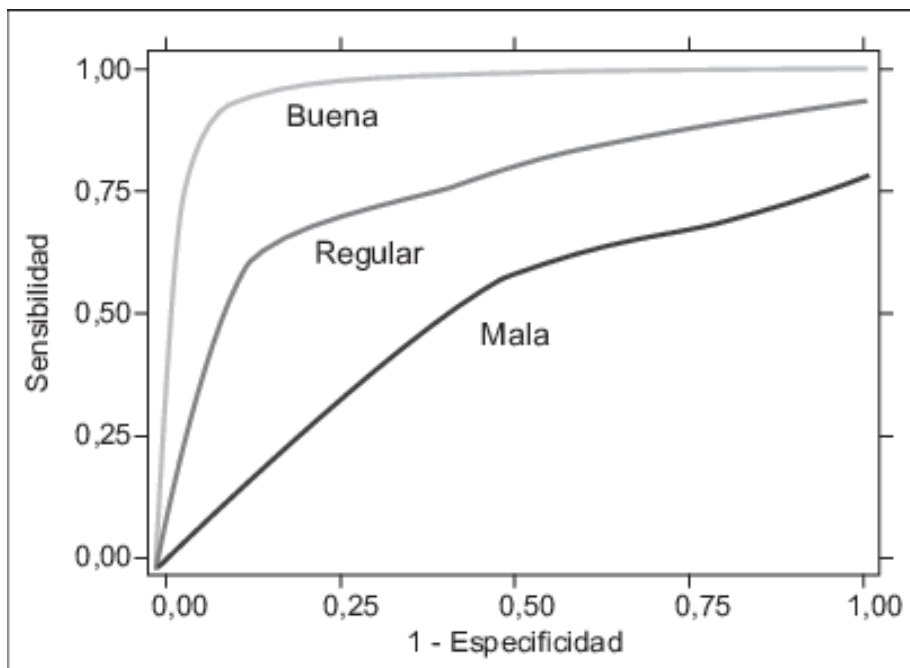
- ✓ **TP**= Verdaderos positivos → Son aquellos valores en donde el modelo acertó con la predicción de la imagen.
- ✓ **TN**= Verdaderos negativos → Son aquellos valores en donde el modelo muestra una predicción errónea.
- ✓ **FN**= Falsos negativos → Son aquellos valores en donde el modelo muestra una predicción que es verdadera como falsa, cuando debió ser verdadera.
- ✓ **FP**=Falsos positivos → Son aquellos valores en donde el modelo muestra una predicción que era verdadera como falsa.

2.2.8 Curvas Roc

La curva ROC, es una herramienta estadística la cual puede ser usada dentro del análisis, esto con el fin de clasificar las capacidades discriminantes dentro de una prueba diagnóstica dicotómica, es decir, una prueba, basada en una variable de decisión²⁹

²⁹ VALLE BENAVIDEZ, ANA ROCÍO, Curvas Roc Receiver Operating Characteristic y sus aplicaciones métricas [Recurso en línea]. [Citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/63201/Valle%20Benavides%20Ana%20Roc%C3%ADo%20del%20TFG.pdf>

Ilustración 4. Curvas ROC



Fuente: Carlos Monterola Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Manterola-2/publication/224954042/figure/fig5/AS:341377314508811@1458402102747/Figura-5-Esquema-explicativo-de-distintas-posibilidades-de-curvas-ROC.png>

Dentro de la toma de decisiones clínicas, la parte fundamental son los procedimientos del diagnóstico, es de ahí de donde sale la importancia de evaluar la precisión; la curva ROC proporciona un índice de la capacidad de una prueba con el fin de determinar entre estados alternativos.³⁰

2.2.9 Accuracy y Precisión

La exactitud o “Accuracy” (AC), es la dispersión del conjunto de valores que se obtienen a partir de mediciones repetidas de una magnitud, es decir entre más pequeña sea la dispersión mayor va a ser la precisión. Esto es posible representarlo por la proporción entre los números de predicciones correctas (tanto positivos como negativos) y el total de las predicciones, lo cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ACC = \frac{(Vp + Vn)}{(Vp + Vn + Fp + Fn)}$$

³⁰ EMMA DOMÍNGUEZ ALONSO, ROBERTO GONZÁLEZ SUAÁRES Análisis de las curvas receiver-operating characteristic: un método útil para evaluar procedimientos diagnósticos [Recurso en línea]. [Citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532002000200010

Vp : Verdaderos Positivos

Vn : Verdaderos negativos

Fp : Falsos positivos

Fn : Falsos negativos

Por otro lado, está la precisión misma que hace referencia a que tan cerca está el resultado de una medición del valor verdadero. Según Paloma Recuero³¹ La exactitud está relacionada con el sesgo de una estimación, que también se conoce como verdadero positivo. Esto se representa por la proporción entre los positivos reales predichos y todos los casos positivos y es posible determinarlo con la siguiente ecuación:

$$P = \frac{(Vp)}{(Vp + Fp)}$$

Vp : Verdaderos Positivos

Fp : Falsos positivos

2.2.10 Machine Learning.

Es el aprendizaje a través de datos y no por medio de programación alguna, es decir que el sistema se va a alimentar de los datos que le son suministrados con el fin de generar modelos predictivos precisos³². Con el auge de los datos en la actualidad, los cuales se encuentran en infinidad de lugares, generando así grandes volúmenes de datos denominados BigData, el Machine learning trabaja en la búsqueda de patrones que no son visibles fácilmente por una persona, es por esta razón que un sistema necesita de muchos datos para que los modelos que este cree sean lo suficientemente precisos³³.

- **Aprendizaje supervisado.**

Es aquel en donde se le suministran datos etiquetados con la opción correcta, a través de esto el sistema adquiere experiencia la cual utiliza para realizar

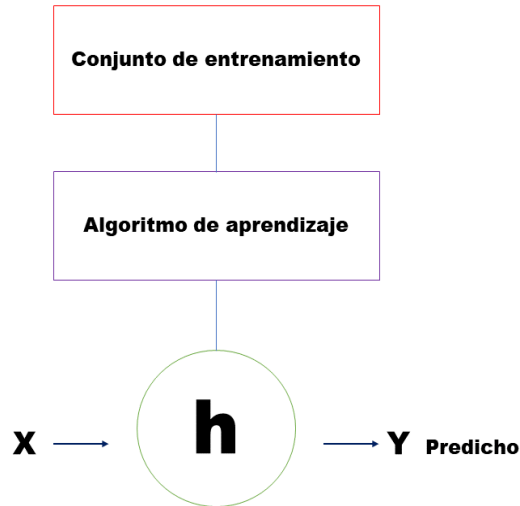
³¹ PALOMA RECUERDO DE LOS SANTOS, Machiné Learning a tu alcance: La matriz de confusión [Recurso en línea]. [Citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en <https://empresas.blogthinkbig.com/ml-a-tu-alcance-matriz-confusion/>

³² IBM. ¿Qué es Machine Learning? 2020. 3p. Disponible en: <https://www.ibm.com/ar-es/analytics/machine-learning?p1=Search&p4=43700052827921639&p5=b&cm_mmc=Search_Google_-_1S_1S_-_LA_ISA_-_%2Bmachine%20%2Blearning_b&cm_mmca7=71700000065289299&cm_mmca8=aud-309367918490:kwd-26527633773&cm_mmca9=EAlalQobChMlutO0oJCF7AIVAo_ICh2vqQi-EAAYASAAEgLSGPD_BwE&cm_mmca10=451404725024&cm_mmca11=b&gclid=EAlalQobChMlutO0oJCF7AIVAo_ICh2vqQi-EAAYASAAEgLSGPD_BwE&gclid=aw.ds>

³³ ADEXT IA, que es machine learning, [Recurso en línea]. 2018, disponible en: <https://blog.adext.com/machine-learning-guia-completa/>

predicciones con los datos que le lleguen después de su entrenamiento³⁴. Este tipo cuenta con la siguiente arquitectura:

Ilustración 5. Arquitectura del aprendizaje supervisado



Fuente: creación propia.

X – Conjunto de objetos

Y – Conjunto de etiquetas o respuestas

$\gamma: X \rightarrow Y$ – Valores conocidos de la función

$\gamma_i = (x(i)), i = 1, \dots, l$

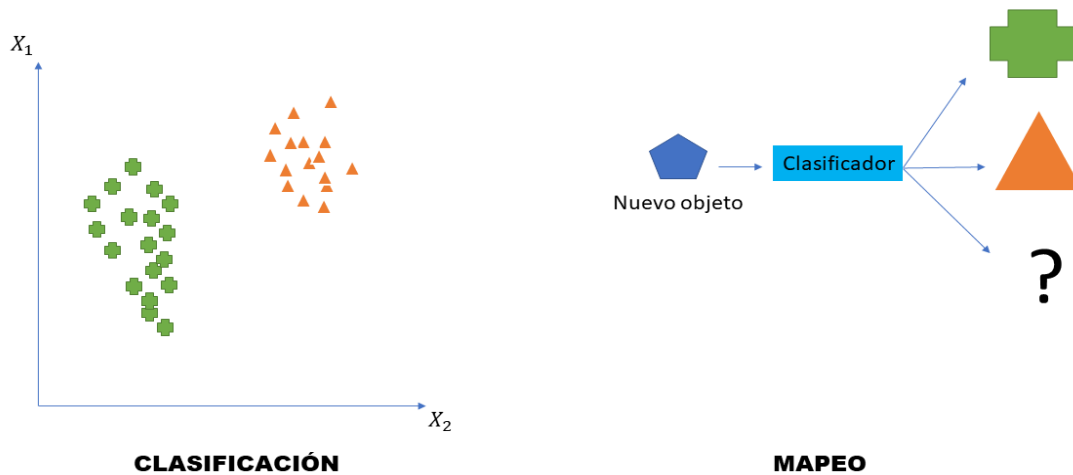
El aprendizaje supervisado tiene como objetivo generar patrones que permitan predecir ciertos factores, implementados por un entrenamiento previo. La idea es encontrar una hipótesis h que permita coincidir X con Y .

El conjunto de entrenamiento permite generar una hipótesis por medio de un algoritmo, para luego realizar una prueba utilizando la hipótesis anterior con el fin de crear predicciones con objetos nuevos al sistema.

Los algoritmos de clasificación son utilizados para las etiquetas discretas, en donde se hallan únicamente dos opciones de respuesta y se la cataloga como clasificación binaria. Así mismo, la clasificación de múltiples categorías, permite la captura de muchos más datos sobre un objeto, siendo este utilizado para imágenes, sonido y texto. Estos algoritmos son denominados conjunto de entrenamiento, pues son un conjunto de patrones, muestras y prototipos que generan conocimiento para clasificaciones futuras.

³⁴ LIBRO ONLINE DE IAAR. Introducción al Machine Learning [Recurso en línea]. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://iaarbook.github.io/ML/>>

Ilustración 6. Representación de la clasificación de un algoritmo



Fuente: creación propia.

• Fases del proceso Machine Learning

Para la creación de un modelo predictivo utilizando Machine Learning es necesario seguir una serie de pasos para poder tener éxito con el modelo deseado. A continuación, se nombran las fases que tiene el desarrollo de este sistema.

- **Procesamiento:** se basa en el alistamiento de los datos, es decir ajustar los datos en un mismo formato para no corromper el sistema.
- **Entrenamiento y selección del modelo:** se comparan los distintos algoritmos y se toma el que presente un buen desempeño y rendimiento. Para esto es necesario utilizar una métrica de medición del rendimiento modelo.
- **Evaluación de modelos y predicción con nuevos datos:** se hace uso de los datos de prueba para evaluar el rendimiento y confiabilidad del sistema, ingresando nuevos datos que permitan generar nuevas predicciones³⁵.

2.2.11 Deep Learning

Es un método que permite el agrupamiento de varios algoritmos o estrategias que buscan obtener resultados relevantes en diversas tareas del procesamiento del lenguaje natural, haciendo uso de estructuras de redes neuronales³⁶.

³⁵ CIENCIA&DATOS. Introducción al Machine Learning: una guía desde cero [Recurso en línea]. 06 de febrero de 2019. [Consultado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://medium.com/datos-y-ciencia/introduccion-al-machine-learning-una-gu%C3%ADa-desde-cero-b696a2ead359>>

³⁶ LIBRO ONLINE DE IAAR. Introducción al Machine Learning [Recurso en línea]. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://iaarbook.github.io/deeplearning/>>

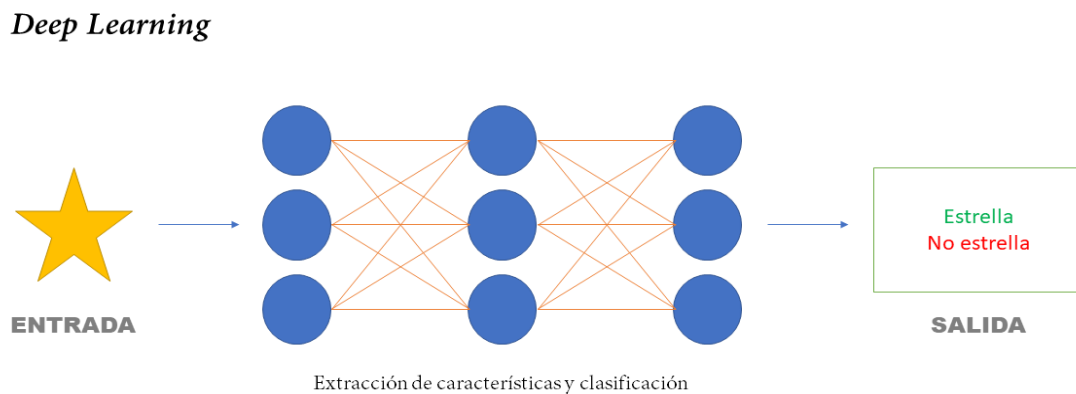
El denominado Deep learning, consiste en el modelamiento de los datos a través de un elevado número de capas de transformación, un modelo matemático compuesto por un gran número de elementos de procesamiento organizados en niveles. Se trata de una idea inspirada en la arquitectura y funcionamiento del cerebro humano, y por ello estas técnicas se conocen también con el nombre de redes neuronales artificiales, RNAs³⁷. Este aprendizaje presenta un sentido práctico y hábil entre el conocimiento existente y el nuevo conocimiento, al ofrecer la posibilidad de extender el proceso creativo con la ayuda de la tecnología, basándose en la experiencia adquirida para aplicarla en diferentes contextos³⁸.

Para Iñaki Ladrero³⁹ El Deep learning es el aprendizaje que utiliza algoritmos jerárquicos o estructurados, es decir que toma modelos ya propuestos para predecir el futuro, esto gracias a los datos existentes y mediante el aprendizaje, no con reglas previamente programadas.

- **Funcionamiento del Deep learning**

Consiste en el mapeo por medio de una red neuronal artificial, en la que vienen incorporadas un gran número de capas de forma jerárquica, por lo que se va formando una red en donde cada capa toma la información, la combina con un parámetro y es enviada a la siguiente capa, la cual realiza el mismo procedimiento, de tal manera que la red va aprendiendo por medio de la exposición de los datos.

Ilustración 7. Estructura del funcionamiento del Deep learning.



Fuente: creación propia.

³⁷ LOPEZ ESPINOSA, Jonathan Nabor. Uso de técnicas de machine learning para la detección de fraudes en contratos de obras públicas. En: Concurso OLACEFS 2019 [Recurso en línea]. [Citado el día 14 de noviembre de 2020]. Disponible en < <https://www.olacefs.com/wp-content/uploads/2019/10/Primer-Premio-Jonathan-Nabor-L%C3%B3pez-Espinoza-EFS-Chile.pdf> >

³⁸ ALVAREZ, Jesús. ALVAREZ, Teodoro. SANDOVAL, Raúl. AGUILAR, Mario. The exploratio in the Develop Deep Learning. En: RIDE [Recurso en línea]. Vol 9. No. 18 (2019); p.833-844. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-74672019000100833&script=sci_abstract&lng=en>

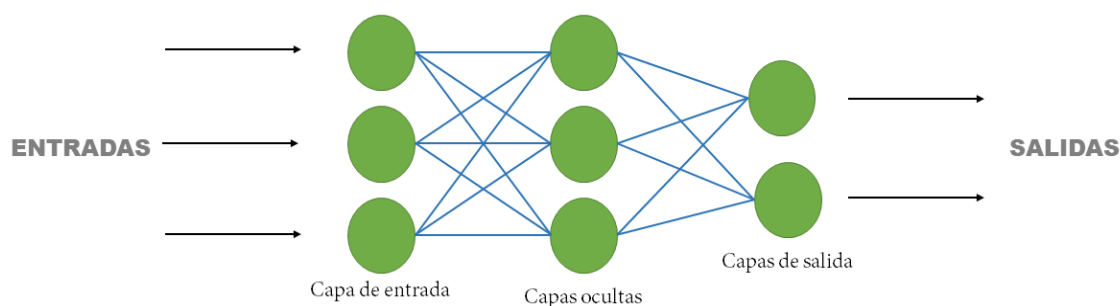
³⁹ IÑAKI, Ladrero, Deep Learning: qué es y cómo se está usando. [en línea].2018. disponible en: <https://www.baoss.es/que-es-deep-learning-usos/>

- **Arquitecturas**

Una red neuronal artificial, está basada en el funcionamiento del cerebro humano, este se comporta de tal manera que, ciertas regiones son especialistas en una entrada específica, como puede ser la audición, la visión, el lenguaje, etc.⁴⁰ De este modo, existen diferentes arquitecturas de redes neuronales como lo son:

- **Redes neuronales pre alimentadas:** son aquellas en donde el flujo de información va hacia adelante, y cuentan con el exponente perceptrón, el cual posee **n** neuronas, tiene relación con **m** entradas y permite **p** salidas, en este exponente se tiene en cuenta la salida con el valor más grande⁴¹. Y el exponente perceptrón multicapa, que está formado por capas una de entrada, otra de salida y una o varias ocultas⁴².

Ilustración 8. Representación de la red neuronal prealimentada.



Fuente: creación propia.

- **Redes neuronales convolucionales:** son neuronas compuestas por pesos, valores que se van modificando y adaptando para minimizar el margen de error arrojado por el sistema⁴³, y sesgos, valores donde hay una intersección⁴⁴, que tienen la capacidad de aprender. Su funcionamiento se

⁴⁰ LIBRO ONLINE DE IAAR. Introducción al Machine Learning [Recurso en línea]. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://iaarbook.github.io/deeplearning/>>

⁴¹ EDITIONS ENI. Inteligencia artificial para desarrolladores – conceptos e implementación en C# [Recurso en línea]. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://www.ediciones-eni.com/open/mediabook.aspx?idR=6d7e746f6a1fe07834a44f834c84d6ba>>

⁴² PALMER, Alfonso. MONTAÑO, Juan. JIMENEZ, Rafael. Tutorial sobre redes neuronales artificiales: el perceptrón multicapa. En: Revista electrónica de psicología. [Recurso en línea]. Vol.5. No.2 (2001); p 1137-8492. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/331640802_Tutorial_sobre_Red_Neuronales_Artificiales_El_Perceptron_Multicapa>

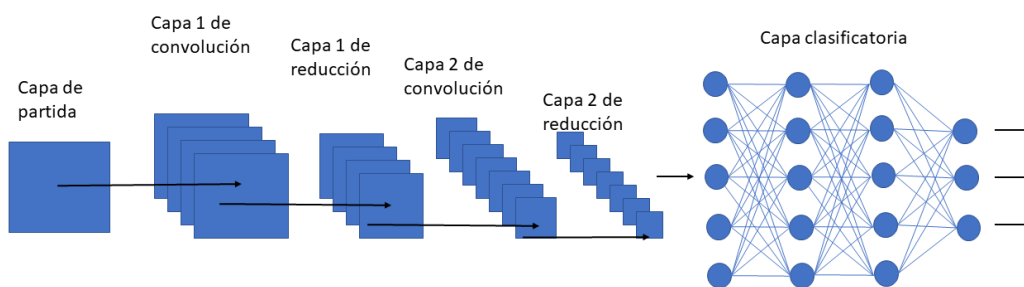
⁴³ RODRIGUEZ DOMINGUEZ, Carlos. Ingeniería informática [Recurso en línea]. [Citado el día 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <<ftp://decsai.ugr.es/pub/usuarios/castro/Actividades/Redes-Neuronales/Faqs/faq.pdf>>

⁴⁴ CIENCIA&DATOS. La verdad sobre el sesgo en la inteligencia artificial [Recurso en línea]. 23 de septiembre de 2019. [Consultado el día 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://medium.com/datos-y-ciencia/la-verdad-sobre-el-sesgo-en-inteligencia-artificial-5e228be3aee7>>

basa en recibir las entradas, realizar un producto escalar y termina aplicando una función de activación. A diferencia de redes pre alimentadas, las convolucionales necesitan como entrada, imágenes. Por lo general, estas redes poseen la siguiente estructura:

- Capa convolucional que es quien le da el nombre a la red.
- Capa de reducción, es la encargada de minimizar los parámetros y quedarse con las particularidades más usuales.
- Capa clasificadora quien se encarga de dar el resultado⁴⁵.

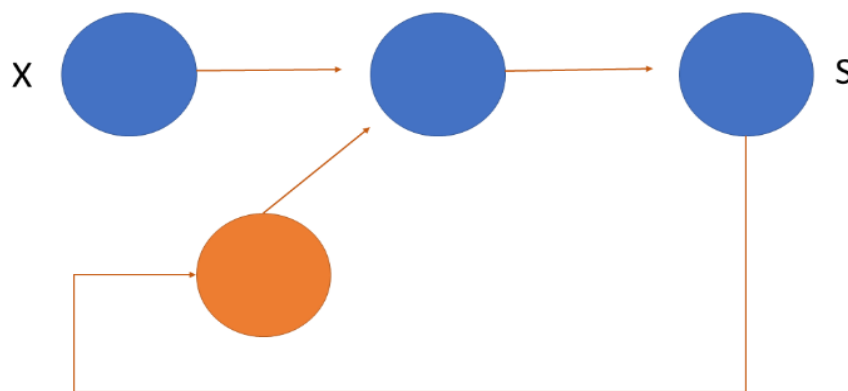
Ilustración 9. Representación de una red neuronal convolucional.



Fuente: creación propia.

- **Redes neuronales recurrentes:** son redes en las cuales la información persiste gracias a la retroalimentación generada por bucles. Son mayormente utilizadas para traducción, reconocimiento de voz, etc.⁴⁶

Ilustración 10. Representación de una red neuronal recurrente.



Fuente: creación propia.

⁴⁵ LIBRO ONLINE DE IAAR. Introducción al Machine Learning [Recurso en línea]. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://iaarbook.github.io/deeplearning/>>

⁴⁶ Ibid.

2.2.12 Redes Bayesianas:

Para JOSÉ CARLOS SANTIESTEBAN ROJAS⁴⁷ Son herramientas estadísticas que representan un conjunto de incertidumbres asociadas sobre la base de las relaciones de independencia condicional que se establecen entre ellas.

Dentro de las redes bayesianas existen clasificadores, los cuales son una función que asignan valores a los atributos, estos son llamados clases. Estos clasificadores son ampliamente utilizados debido a sus ventajas:

- Generalmente estos clasificadores son fáciles de construir.
- El entrenamiento de estos es extremadamente rápido, ya que requieren solo de un paso para hacerlo.
- Son muy robustos en cuanto a sus atributos.

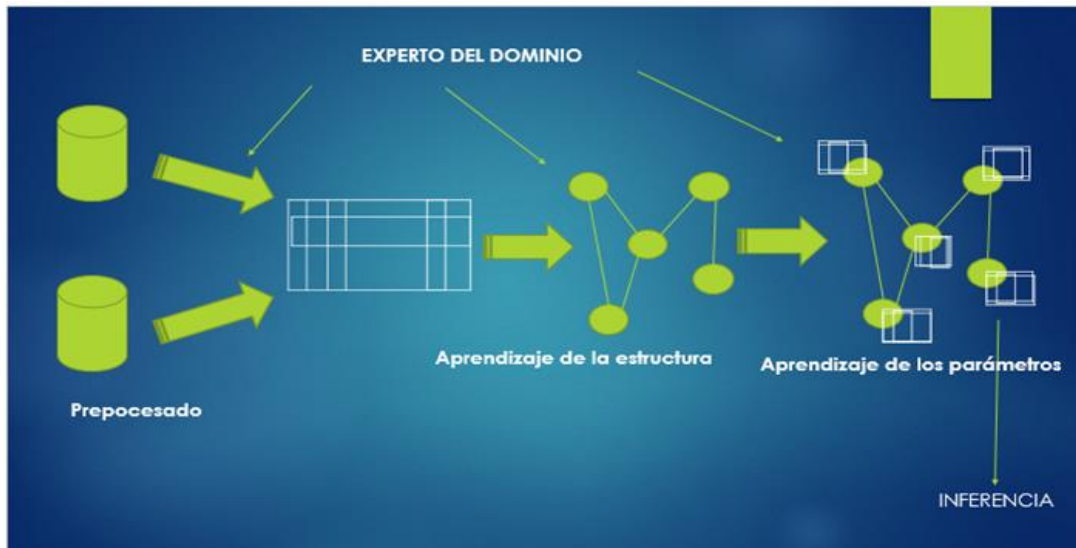
Formalmente, una red Bayesiana es un grafo dirigido acíclico (Neapolitan 2004, Korb y Nicholson 2004, Jensen 2001, Jensen 1996). Los nodos representan variables aleatorias del dominio X_1, X_2, \dots, X_n y los arcos representan relaciones de dependencia entre variables. Las redes Bayesianas asumen que un nodo depende solamente de sus padres y que cada nodo está asociado a una tabla de probabilidades condicionales, que definen la probabilidad de cada estado en los que puede estar una variable, dados los posibles estados de sus padres. Una red Bayesiana se muestra la probabilidad de distribución conjunta para un conjunto de X_1, X_2, \dots, X_n tal que:

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i | \text{padres}(X_i))$$

Donde x_i representa el valor que toma la variable X y $\text{padres}(X_i)$ denota los valores que tienen el conjunto de los padres en la red Bayesiana del nodo X_i . Por tanto, cada estado de una variable puede ser calculado multiplicando un número reducido de valores en las tablas de probabilidad.

⁴⁷ SANTIESTEBAN José. Definición de Redes Bayesianas y sus aplicaciones. 2012 [Recurso en línea]. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://vinculando.org/articulos/redes-bayesianas.html>>

Ilustración 11. Modelo Redes Bayesianas.



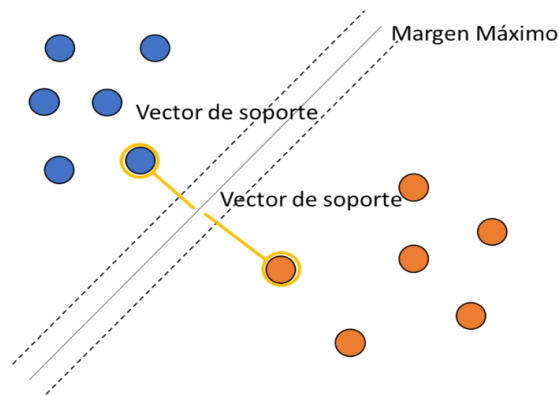
Fuente: creación propia

2.2.13 Support vector machine (svm)

Se desarrolló en la década de los 90 y estaba orientado a clasificación binaria, más, sin embargo, hoy en día se ha extendido a multiclase y regresión. Es un referente dentro del Deep learning y la estadística, pues su comportamiento es muy bueno dentro de la clasificación. Su funcionamiento se basa en el hiperplano y se fundamenta en el clasificador de margen máximo, es decir, un espacio p -dimensional que se puede definir como un subespacio plano que no tiene por qué pasar por el origen.⁴⁸

⁴⁸ AMAT RODRIGO. Máquinas de Vector Soporte (Support Vector Machines, SVMs). Abril, 2017. [Consultado el 18 de mayo de 2022]. Disponible en <https://www.cienciadedatos.net/documentos/34_maquinas_de_vector_soporte_support_vector_maquinas>

Ilustración 12. Modelo Support Vector Machine.



Fuente: creación propia

2.2.14 Árboles de clasificación (C 4.5)

Para Cognos Analytics⁴⁹ en un blog de la página web IBM, Un árbol de clasificación es un tipo de árbol de decisiones. Utiliza la medida de impurezas de Gini para clasificar los registros en las categorías del campo objetivo. Las predicciones se basan en combinaciones de valores en los campos de entrada.

C4.5 es el sucesor de ID3 convirtiendo los árboles entrenados (es decir, la salida del algoritmo ID3) en conjuntos de reglas si-entonces.

En la página web de scikit-learn⁵⁰ Es posible encontrar la formulación matemática del clasificador y sus criterios de clasificación.

2.2.15 Redes neuronales artificiales (RNA)

Son un sistema procesador de información en paralelo, el cual tiene la capacidad de aprender a través de los datos que le son suministrados. Su comportamiento es semejante al cerebro humano y es capaz de resolver problemas complejos por medio de la toma de decisiones basadas en patrones y modelos encontrados en un gran conjunto de datos. Su historia recae en el año 1906, cuando Santiago Ramon y Cajal demostró que el sistema nervioso humano estaba compuesto de células llamadas neuronas, que se conectan entre sí, generando una inmensa red de comunicación. En 1943, Warren McCulloch y Walter Pitts diseñaron el primer modelo de una red neuronal en el campo de la computación. Entre los años 1949 y 1986 se realizaron diferentes avances que permitieron el desempeño significativo del estudio de las RNA, en ese mismo tiempo Frank Rosenblatt crea el Perceptrón,

⁴⁹ Cognos Analytics. Árbol de clasificación. 2021. [Recurso en línea]. [Citado el día 28 de abril de 2022]. Disponible en < <https://www.ibm.com/docs/es/cognos-analytics/11.1.0?topic=tests-classification-tree>>

⁵⁰ scikit-learn. Árboles de decisión. [Recurso en línea]. [Citado el día 28 de abril de 2022]. Disponible en < <https://scikit-learn.org/stable/modules/tree.html>>

una red neuronal que permite el reconocimiento de patrones y que hasta el día de hoy es utilizada.

- **Elementos de las redes neuronales:** su funcionamiento y comportamiento son muy parecidas al del cerebro humano, la composición de una neurona consta de tres partes, las dendritas, soma o cuerpo de la célula y el axón. La conexión del axón y las dendritas entre células se llama sinapsis. La unión de cientos de células se denomina red neuronal y son capaces de resolver problemas muy complejos por medio de sus tres capas, capa de entrada, capa oculta y capa de salida.

La capa de entrada, es la encargada de recibir los datos; las capas ocultas realizan la función de la red; y la capa de salida es quien da el resultado obtenido por las primeras dos capas. Para que la RNA sea capaz de resolver un problema, debe ser previamente entrenada para que reconozca los patrones a seguir⁵¹. Para ello en el libro publicado por Hilera, José, y Martínez, Víctor⁵², denominado Redes neuronales artificiales, nombra cinco principios fundamentales de las RNA que son, el aprendizaje adaptativo, dando a entender que el comportamiento de las neuronas depende mucho del entrenamiento al cual fueron sometidas; la auto organización, que consta de realizar una modificación a la red, con el fin de poder obtener el resultado deseado; la tolerancia a fallos, que gracias a la distribución y la redundancia de datos en las RNA, pueden haber datos corrompidos que destruyan parte de la red, pero aun así esta seguirá funcionando; la operación en tiempo real, las RNA son muy eficientes gracias a su trabajo paralelo permitiendo el reconocimiento de patrones en tiempo real; y por último se encuentra la fácil inserción en la tecnología existente, esto debido a que el desarrollo de equipos y diversas plataformas disponibles en el mercado, permiten la integración de sistemas de RNA.

- **Funcionamiento:** Para empezar, es necesario asignar un peso sináptico a las entradas de aquellas neuronas que vienen de otras neuronas, este es un valor numérico que puede cambiar en la fase de entrenamiento y permite el almacenamiento de información. Por consiguiente, es necesario contar con una regla de propagación que permita la combinación de salidas, basándose con las ponderaciones determinadas por el patrón de conexión. Una vez obtenido el valor, se filtra con la función de activación la cual le da salida a la neurona⁵³.

⁵¹ SERNA, Edgar. Desarrollo e innovación en ingeniería [Recurso en línea]. Ciudad: Medellín. Instituto Antioqueño de Investigación, 2017. [Citado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/331498946_Principios_y_caracteristicas_de_las_redes_neuronales_artificiales>

⁵² HILERA GONZÁLES, José Ramón. MARTINEZ HERNANDO, José Victor. Redes neuronales artificiales fundamentos, modelos y aplicaciones [Recurso en línea]. Ciudad: Madrid. Addison-wesley iberoamericana, 1995. [Citado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.academia.edu/39737539/REDES_NEURONALES_ARTIFICIALES_FUNDAMENTOS_MODELOS_Y_APLICACIONES>

⁵³ SERNA, Edgar. Desarrollo e innovación en ingeniería [Recurso en línea]. Ciudad: Medellín. Instituto Antioqueño de Investigación, 2017. [Citado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/331498946_Principios_y_caracteristicas_de_las_redes_neuronales_artificiales>

- **Función de activación:** corresponde a una neurona que relaciona los datos de entrada con la función de activación de la misma. Para ello se encuentran dos modelos, acotados y no acotados. Los modelos acotados, permiten la activación de la neurona dentro de un rango continuo de valores. Mientras que los modelos no acotados, no cuentan con límites por lo que la activación puede ser cualquier valor⁵⁴.

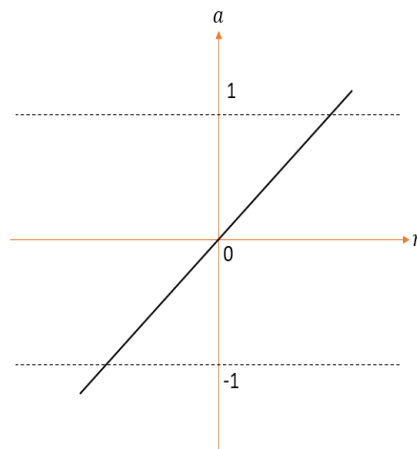
- **Tipos:** se manejan dos tipos, neuronas lineales y neuronas no lineales.

- **Neuronas lineales**

“Una neurona es lineal cuando su salida es linealmente dependiente de sus entradas, es decir, proporcional a las funciones de transferencia y de activación”⁵⁵.

Este tipo tiene en sí muchos problemas debido a que, al ser un modelo lineal, el más mínimo cambio en sus datos de entrada, pueden generar grandes cambios en sus salidas.

Ilustración 13. Representación gráfica de una neurona lineal.



Fuente: creación propia.

⁵⁴ GESTAL POSE, Marcos. Introducción a las redes de neuronas artificiales [Recurso en línea]. Ciudad: La coruña. [Citado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/242099672_Introduccion_a_las_Redes_de_Neuronas_Artificiales>

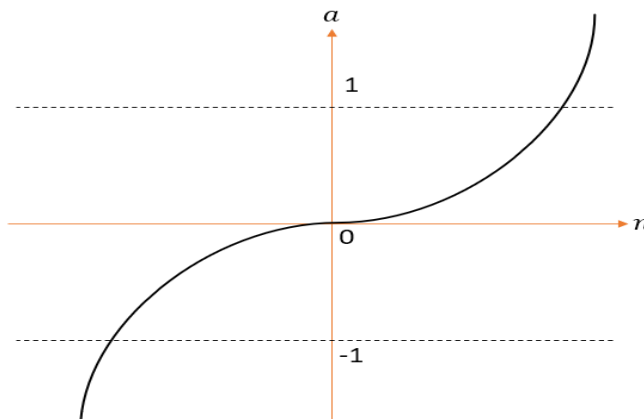
⁵⁵ GESTAL POSE, Marcos. Introducción a las redes de neuronas artificiales [Recurso en línea]. Ciudad: La coruña. [Citado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/242099672_Introduccion_a_las_Redes_de_Neuronas_Artificiales>

- **Neuronas no lineales:**

“En estas neuronas, o bien la función de activación, o bien la función de transferencia (o ambas) son funciones no lineales, dando lugar a que la respuesta de la neurona no sea función lineal de sus entradas”⁵⁶.

En este tipo ya no se encuentran los problemas que se ven asociados con las neuronas lineales, debido a que sus respuestas están acotadas.

Ilustración 14. Representación gráfica de una neurona lineal.



Fuente: creación propia.

2.2.16 Diagnóstico médico.

Está basado en el análisis de datos seguros, es decir, en conceptos que tienen su veracidad comprobada. Este depende de las observaciones profundas que se le hayan hecho a una persona para poder llegar a una conclusión⁵⁷. Para que un diagnóstico sea confiable, es necesario que hayan muchos conocimientos previos en la ciencia médica, pues no basta con un solo criterio para determinar qué es lo que padece un paciente sino que son necesarios muchos criterios que deben ser analizados, teniendo en cuenta los conceptos que ofrece la ciencia médica y no solo eso, sino que además, es vital realizar exámenes específicos y profundos a la persona en la parte en donde se ve afectado, según sea el caso, con el fin de poder ir descartando opciones y poder llegar a una conclusión exacta. Hoy en día, la medicina cuenta con muchos equipos tecnológicos que le permiten realizar sus funciones con más precisión y confiabilidad, pero eso no hace que haya errores en diagnósticos que muchas veces pueden ser fatales para una persona. Esto se debe a que la Medicina es una ciencia inexacta y como tal maneja un margen de error, y es que los médicos no son personas infalibles ni mucho menos con un intelectual tan alto que no les permita equivocarse; dentro de la medicina hay muchos

⁵⁶ Ibid.

⁵⁷ DIAZ NOVAS, José. GALLED0 MACHADO, Barbara. LEON GONZALES, Aracelys. El diagnóstico médico: bases y procedimientos. En: Ren Cubana Med Gen Integr. [Recurso en línea]. [Citado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en < <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v22n1/mgi07106.pdf> >

conceptos que aún no están muy claro y teorías que aún no han sido bien definidas, por lo que muchas veces es necesario que haya asistencia por parte de máquinas entrenadas para asistir diagnósticos, logrando así, disminuir el margen de error⁵⁸.

2.2.17 Diagnóstico asistido por computador

A medida que la tecnología avanza, también lo hacen muchos campos como lo es el caso de la medicina, y es que estas dos ciencias trabajan de la mano pues la tecnología ha sido una gran contribuyente de la medicina en cuanto a equipos de diagnóstico, monitoreo y control. El diagnóstico asistido por computador (CAD), ha sido de gran impacto en el análisis de imágenes de rayos X, Resonancia Magnética, entre otras; gracias a los aportes que este le realiza a la ciencia por medio de diagnósticos que son arrojados después del análisis de una o varias imágenes, las cuales según sea el caso tiene ciertas características que son anormales en esa área reflejada, y son esas anomalías las que le permiten al computador identificar un patrón y arrojar un dictamen⁵⁹. Cabe resaltar que los CAD han ido evolucionando y hacen parte de la Inteligencia Artificial, pues son diseñados por medio de Machine Learning, Visión artificial y procesos KDD, los cuales son día a día más precisos y se desarrollan herramientas más sofisticadas.

2.2.18 Imágenes de resonancia magnética (IRM)

Es la toma de imágenes anatómicas tridimensionales no invasivas⁶⁰, es decir, que en su proceso de toma no es necesario la utilización de herramientas que penetren la piel⁶¹. Son tomadas, introduciendo el cuerpo sobre una cabina en donde se encuentra un imán de gran tamaño, ondas de radio y una computadora⁶². Su funcionamiento consiste en la generación de un campo magnético que causa una alineación de los protones con los que cuentan los tejidos corporales; seguido a eso los protones interactúan con las ondas radiales y envían señales a un receptor y por

⁵⁸ HURTADO CONADO, Diagnóstico médico. En: Biociencias. [Recurso en línea]. [Citado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5646110.pdf>>

⁵⁹ SUAREZ CUENCA, Jorge Juan. Desarrollo de un sistema de diagnóstico asistido por computador para detección de nódulos pulmonares en tomografía computarizada multicorte [Recurso en línea], ciudad: Santiago de Compostela. Universidad de Santiago de Compostela. Servizo de Publicacións e Intercambio Científico. 2009. [citado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/2594>>

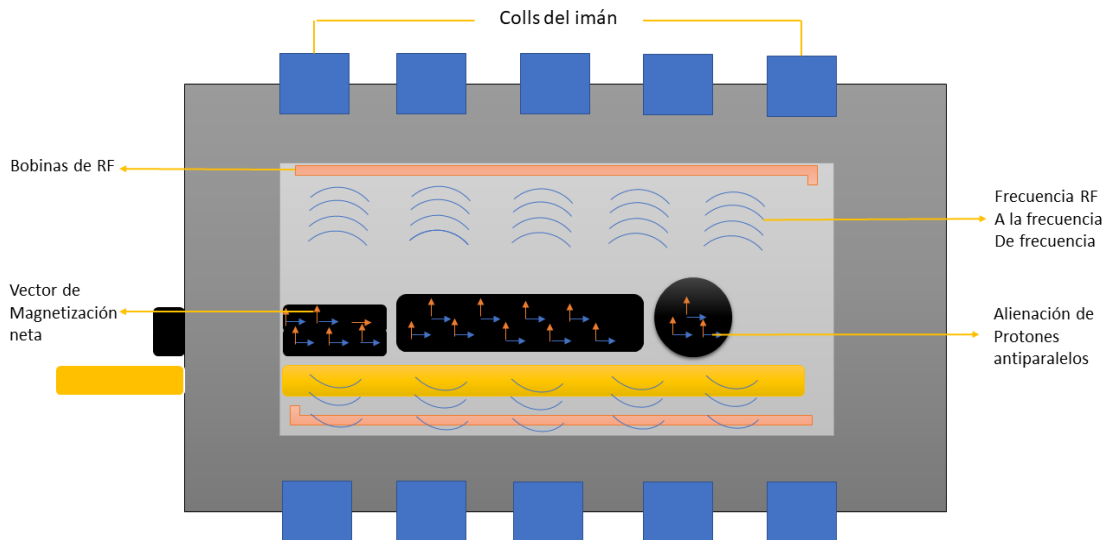
⁶⁰ NIH. Magnetic Resonance Imaging (MRI) [recurso en línea]. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en < <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/magnetic-resonance-imaging-mri> >

⁶¹ MEDLINE PLUS. No invasivo [Recurso en línea]. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002269.htm#:~:text=Los%20procedimientos%20no%20invasivos%20no,ECG%20y%20un%20monitor%20Holter.>>>

⁶² CINCINNATI CHILDREN´S. IRM (imágenes por resonancia magnética) [Recurso en línea]. 2020. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://www.cincinnatichildrens.org/espanol/temas-de-salud/alpha/i/irm> >

último este envía las señales captadas a un computador, en donde el rápido cambio del campo magnético, hace que se creen imágenes de las áreas escaneadas⁶³.

Ilustración 15. Representación de la toma de IRM.



Fuente: creación propia.

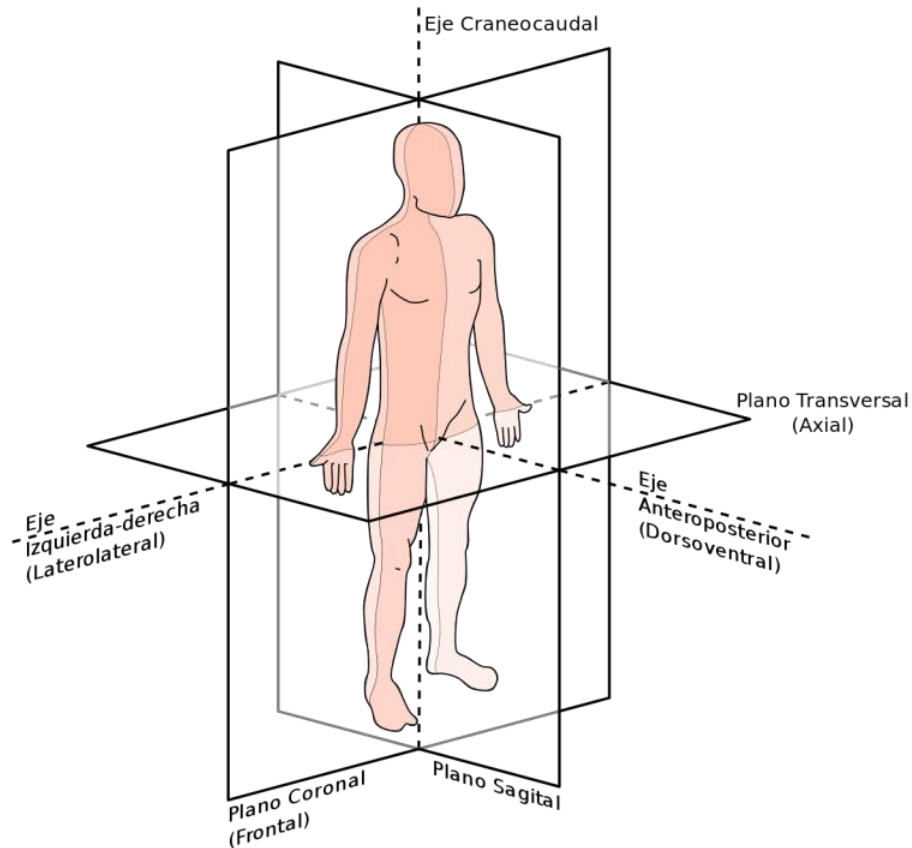
2.2.19 Interpretación de Imágenes RM

Para la interpretación de las IRM se debe seguir los siguientes pasos:

- ✓ **Identificación de la región:** consta de identificar la parte del cuerpo de la cual se desea obtener una IRM, puede ser la cabeza, el cuello, el abdomen, la pierna, el pie, etc.
- ✓ **Identificación del plano de corte:** los principales son 3, en plano Axial, que corresponde a la parte transversal del cuerpo; el plano Sagital, es el que divide el cuerpo en dos partes izquierdo y derecho; y el plano Coronal que hace referencia a la parte frontal del cuerpo.

⁶³ RADIOLOGYINFO.ORG. Magnetic Resonance Imaging (MRI) Safety [Recurso en línea]. 20 de febrero de 2020. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=safety-mr> >

Ilustración 16. Representación de los cortes en el plano.



Fuente: EDOARADO, *Los tres planos anatómicos*, 2011.

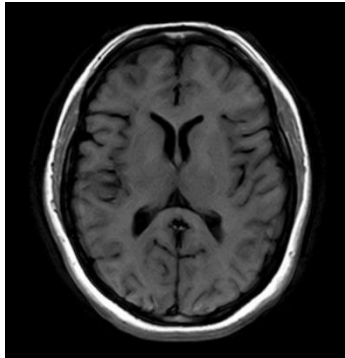
- ✓ **Identificación de secuencias:** se determinan por medio de la intensidad de señales que envía cada estructura y hacen parte de dos grupos. Las secuencias de eco de spin, las cuales pueden ser representadas por las iniciales SE o T1 o las palabras Spin Echo; y, por otro lado, las secuencias de gradiente de eco, representadas por GRE o FFE o T2*.

Las secuencias T1 permite un detallado muy bueno de la anatomía identificada, además se puede ver como los líquidos son de tipo hipointenso, es decir, que muestran una señal menos intensa⁶⁴, mientras que las grasas son de tipo hiperintenso, ósea muestran una señal más intensa⁶⁵. A continuación, se muestra una IRM tomada en T1.

⁶⁴ CLINICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA. Diccionario medico [Recurso en línea]. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en < <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/hipointenso#:~:text=adj.,de%20referencia%20para%20un%20tejido.>>

⁶⁵ Ibid.

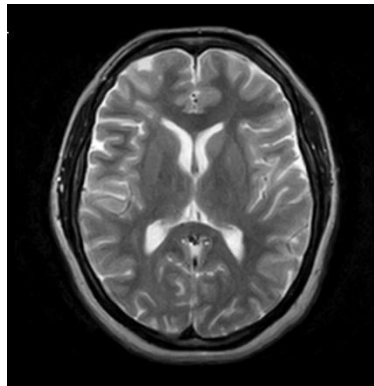
Ilustración 17. IRM tomada en T1.



Fuente: RM de cerebro. Secuencia Axial T1 SE en plano axial,2020.

Las secuencias en T2, representan la grasa de manera hipointensa y los líquidos en forma hiperintensa; este tipo se lo utiliza mucho para identificar lesiones patológicas. A continuación, se muestra una IRM tomada en T2.

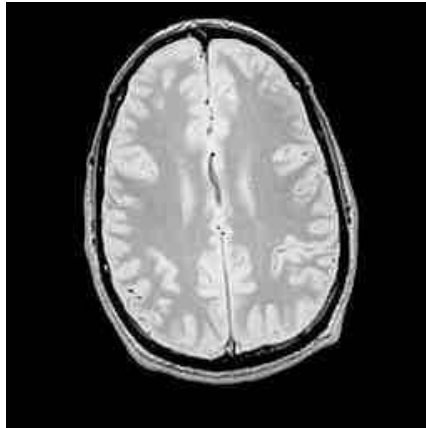
Ilustración 18. IRM tomada en T2.



Fuente: RM de cerebro. Secuencia T2 SE en plano axial.2020

Se encuentra también la secuencia de densidad protónica DP, esta identifica los líquidos con una señal intermedia y hay poca diferencia entre las sustancias grises y las sustancias blancas, hoy en día ya se utiliza muy poco y se la ha cambiado por la secuencia FLAIR. A continuación, se muestra una IRM tomada con DP.

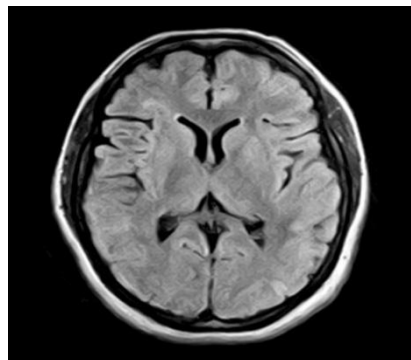
Ilustración 19. IRM tomada en DP.



Fuente: Sin datos,2020.

La secuencia FLAIR, es potenciada en T2 y los contrastes entre la sustancia gris y la sustancia blanca son muy pobres, los líquidos se miran de color negro por su alto contraste y son utilizadas para la diferenciación de lesiones en las cuales hay sustancia blanca y líquidos. A continuación, se muestra una IRM tomada con FLAIR.

Ilustración 20. IRM tomada en FLAIR.



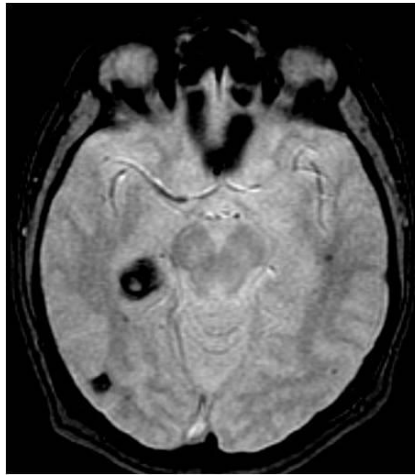
Fuente: RM de cerebro. Secuencia FLAIR en plano axial,2020

Por último, las secuencias T2* - GRE – FFE, están ponderadas en T2* y se caracterizan porque son muy susceptibles a las sustancias ferromagnéticas, es decir que son altamente imantados cuando son expuestos a un campo magnético⁶⁶; son imágenes de color muy oscuro y se utilizan para la detección de hemorragias⁶⁷. A continuación, se muestra una IRM capturada en T2* - GRE – FFE

⁶⁶ ECURED. Ferromagnetismo [Recurso en línea]. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en < <https://www.ecured.cu/Ferromagnetismo> >

⁶⁷ RADIOLOGIA 2.0. Cómo interpretar las imágenes de resonancia magnética [Recurso en línea]. 21 de febrero de 2019. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://www.radiologia2cero.com/como-interpretar-imagenes-rm/>>

Ilustración 21. IRM tomada en T2*.



Fuente: RM de cerebro. RM de cerebro. Secuencia T2 en plano axial,2020.*

2.2.20 Repositorio de imágenes

Son el conjunto de datos (imágenes), con los que es posible realizar un análisis o estudio, en el área en el que esté enfocada la investigación. Kaggle⁶⁸ Es una plataforma web muy grande en donde se encuentran publicados cientos de estudios, datos y repositorios referentes a la ciencia de los datos y el aprendizaje automático; está conformada por más de 1 millón de usuarios y su enfoque principal es crear competiciones relacionadas con los temas anteriormente nombrados. Cada creador de la competencia, diseña y repara el dataset y describe el problema a resolver, los concursantes deben enviar los modelos de análisis predictivo creados para la solución del problema y el anfitrión del problema dará a conocer al concursante ganador⁶⁹.

2.2.21 Datasets

Es un conjunto de datos relacionados a un tema en específico, en donde se encuentra tabulada la información en un sistema de almacenamiento de datos estructurado. Cada columna hace referencia a una variable y las filas representan los datos que se están tratando⁷⁰.

⁶⁸ KAGGLE. Kaggle de principiante a Grandmaster en español [Recurso en línea]. 09 de junio de 2019. [Consultado el 01 de junio de 2021]. Disponible en <<https://www.kaggle.com/macespinoza/kaggle-de-principiante-a-grandmaster-en-espa-ol>>

⁶⁹ INLABFIB. Plataforma para hacer competiciones de inteligencia artificial [Recurso en línea]. [Consultado el 01 de junio de 2021]. Disponible en <<https://inlab.fib.upc.edu/es/blog/plataforma-para-hacer-competitions-de-inteligencia-artificial>>

⁷⁰ KEEP CODING. ¿Qué son los Datasets y dónde conseguirlos? [Recurso en línea]. 2021. [Consultado el 21 de junio de 2021]. Disponible en <<https://keepcoding.io/blog/que-son-datasets/>>

Ilustración 22. Página web kaggle.



Fuente: Plataforma para hacer competicions de inteligencia artificial,2021

2.3 VARIABLES DE ESTUDIO

Teniendo en cuenta la investigación realizada dentro del presente proyecto, se logra determinar que contando con un conjunto de entrada $I \in \mathbb{R}^{512 \text{ px} \times 512 \text{ px}}$ siendo I una IRM, se obtiene un conjunto de datos de salida Dm , que hace referencia al posible diagnóstico médico arrojado por la herramienta web, dando como resultado $Dm = f(I)$. Por otro lado, se determina el nivel de confianza de los modelos empleados dentro de la herramienta. Por lo anterior, las variables que se han considerado son de razonamiento cuantitativo y son las siguientes:

2.3.1 Variables independientes.

- Imágenes IRM.
- Nivel de confianza del modelo.

2.3.2 Variables dependientes.

- Posible diagnóstico médico (DIRMIA).

2.4 DEFINICIÓN NOMINAL DE LAS VARIABLES.

- **Imágenes IRM**

Las imágenes de resonancia magnética o IRM según Mayo Clinic⁷¹ son una técnica de obtención de imágenes médicas que utilizan un campo magnético y ondas de radio generadas por computadora para crear imágenes detalladas de los órganos y de los tejidos del cuerpo, además estas imágenes son parte de una tecnología que permite observar y evidenciar cualquier anomalía que se encontrase en un área específica del cuerpo. Esta definición, permite entender cómo funciona y se obtiene una IRM, siendo esta la base fundamental de esta investigación. Por otro lado, es

⁷¹ MAYO Clinic. Resonancia Magnética [Recurso en línea]. 2021 [Consultado el 20 de abril de 2022]. Disponible en < <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/mri/about/pac-20384768>>

de saberse que estas imágenes cuentan con una gran definición en su calidad como imágenes, es decir, son muy nítidas a comparación de otras.

- **Nivel de confianza del modelo implementado.**

El nivel de confianza podríamos definirlo según Julián Pérez y María Merino⁷², como la seguridad o esperanza firme que alguien tiene sobre otro individuo o de algo, esta definición da pie para entender cuál es el significado de esta variable de estudio, la cual se puede entender como la seguridad que da el modelo de clasificación implementado dentro de la herramienta. Esto permite saber que tan fiable puede ser el posible diagnóstico arrojado por la herramienta y es posible medirlo por medio de la matriz de confusión que según Juan Barrios⁷³ En el campo de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático una matriz de confusión es una herramienta que permite visualizar el desempeño de un algoritmo de aprendizaje supervisado. Según eso es así como se puede determinar qué tan seguro y fiable es el resultado obtenido por la herramienta.

- **Posible diagnóstico médico (DIRMIA).**

El diagnóstico médico según Tatiana León⁷⁴ Es el procedimiento mediante el cual, el profesional de la salud identifica una enfermedad o el estado del paciente con la ayuda de varias herramientas, que permiten definir su cuadro clínico. Entonces, es la capacidad que un profesional de la salud tiene para dar un dictamen de la enfermedad que un paciente tiene, contando también con el apoyo de algunas herramientas ya sean tecnológicas o científicas.

2.5 DEFINICIÓN OPERATIVA DE LAS VARIABLES.

- **Imágenes IRM**

Su operatividad se define a través del entrenamiento de modelos de inteligencia artificial (IA), el cual se basa en imágenes IRM, es decir, las imágenes son usadas para que los modelos creados tengan una base de aprendizaje, según un número de imágenes proporcionadas por el profesional; esto a su vez, permite que los modelos de clasificación puedan reconocer patrones de similitud en otras imágenes.

Por otro lado, en las imágenes de resonancia magnética también es posible observar su operatividad a la hora de ser convertidas a una matriz de píxeles, en

⁷² PEREZ. Julián, MERINO. María. Definición de confianza [Recurso en línea]. 2021 [Consultado el 28 de marzo de 2022]. Disponible en <<https://definicion.de/confianza/>>

⁷³ BARRIOS. Juan, La matriz de confusión y sus métricas. [Recurso en línea]. 2019. [Consultado el 28 de marzo de 2022]. Disponible en <<https://www.juanbarrios.com/la-matriz-de-confusion-y-sus-metricas/>>

⁷⁴ LEON Tatiana. ¿Qué es el diagnóstico clínico y cuál es su importancia? [Recurso en línea]. 2018. [Consultado el 20 de abril de 2022]. Disponible en <<https://noticias.utpl.edu.ec/que-es-el-diagnostico-clinico-y-cual-es-su-importancia>>

donde se obtienen coordenadas de la misma, para identificar rasgos únicos de las imágenes; es decir, si llevamos esta matriz a un plano cartesiano de 2D, se obtendrían coordenadas en el eje "X" y en el eje "Y" convirtiéndose en un punto de forma P_n . Si lo llevamos a un súper vector que puede tener la siguiente forma $[P_1, P_2, P_3, \dots, P_n]$, entonces su medición se basa en la siguiente fórmula: $I = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_N$ siendo I una imagen, P la coordenada del píxel y n el número de píxeles, siendo las imágenes IRM una variable de razonamiento cuantitativo.

- **Nivel de confianza del modelo implementado.**

Su operatividad se define a través de una matriz de confusión, en donde se puede observar el desempeño de una red neuronal artificial entrenada por medio de aprendizaje supervisado. La matriz cuenta con valores de predicción en sus columnas, mientras que en sus filas especifica los valores actuales, para ello se utilizan los siguientes términos: verdaderos positivos, en donde el valor de predicción es verdadero al igual que el valor actual; verdaderos negativos, donde el valor de la predicción es falso al igual que el valor actual; falsos positivos, donde el valor de predicción es verdadero y el valor actual es falso; falsos negativos, donde el valor de la predicción es falso y el valor actual es verdadero, en estos dos últimos se toma la predicción como errónea.

Su medición se basa en:

- Exactitud, es decir, que tan cerca se encuentra el resultado del valor verdadero. Para ello se utiliza la formula

$$ACC = \frac{(Vp + Vn)}{(Vp + Vn + Fp + Fn)}$$

Vp : Verdaderos Positivos
 Vn : Verdaderos negativos
 Fp : Falsos positivos
 Fn : Falsos negativos

- Precisión, es decir, que tan dispersos se encuentran los valores. Para lo cual se utiliza la siguiente formula

$$\frac{(Vp)}{(Vp + Fp)}$$

Vp : Verdaderos Positivos
 Fp : Falsos positivos

también, se tiene en cuenta la sensibilidad y la especificidad, haciendo referencia a la tasa de verdaderos positivos y a la tasa de verdaderos negativos⁷⁵. Por otra parte, la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) o Característica Operativa del Receptor, permite observar gráficamente el rendimiento del sistema, mediante la sensibilidad frente a 1-especificidad, en donde se busca que la curva ROC cruce los bordes izquierdo y superior de la gráfica, con el fin de tener un test perfecto⁷⁶.

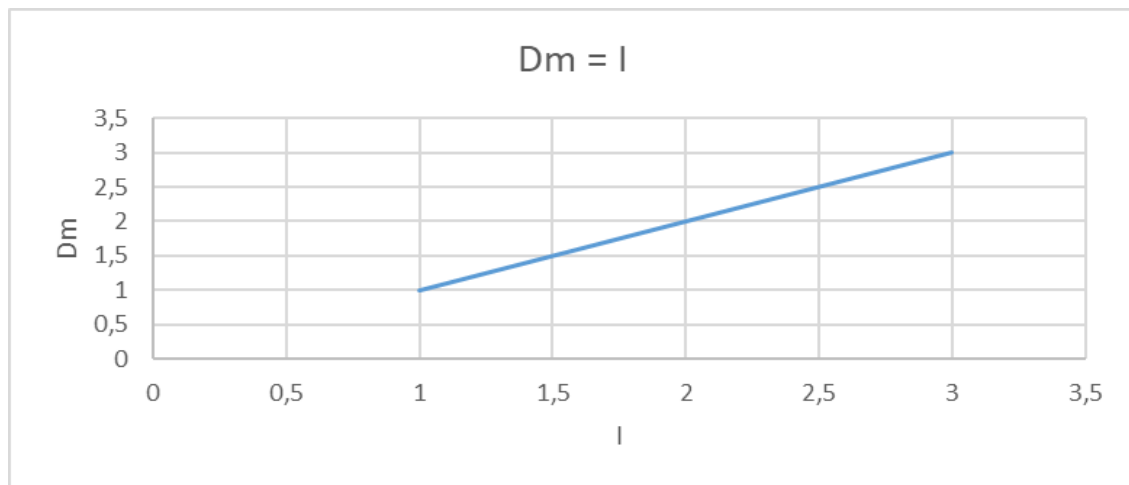
- **Posible diagnóstico médico (DIRMIA).**

Su operatividad se ve reflejada a la hora de obtener una posible predicción de una imagen proporcionada por el profesional, es decir, el sistema recibe una imagen IRM y este deberá arrojar un diagnóstico de la posible enfermedad que presenta dicho paciente, esté a su vez se basa bajo la fórmula que se define a continuación:

$$Dm = I$$

Siendo Dm (Diagnóstico médico) e I una (IRM). Por lo tanto, para obtener un diagnóstico médico se depende de las dimensiones (cantidad de píxeles) de la IRM. Por ende, si se lleva estos datos al plano cartesiano en 2D, se obtiene una línea creciente, esto se debe a que entre más píxeles o mayor dimensión tiene la imagen proporcionada al sistema, más preciso puede ser el diagnóstico arrojado por el modelo utilizado.

Ilustración 23. Diagnóstico vs imagen.



Fuente: Creación propia

⁷⁵ BARRIOS ARCE, Juan Ignacio. La matriz de confusión y sus métricas. En BIG DATA, Ciencias de datos, Informática Médica, Inteligencia Artificial, machinelearning [Recurso en línea]. [Consultado el 02 de diciembre de 2020]. Disponible en: < <https://www.juanbarrios.com/la-matriz-de-confusion-y-sus-metricas/> >

⁷⁶ Estadística y machine learning con R. 6 métodos de clasificación. [Recurso en línea]. [Consultado el 02 de diciembre de 2020]. Disponible en: < <https://bookdown.org/content/2274/metodos-de-clasificacion.html> >

2.6 FORMULACIÓN DE HIPOTESIS

2.6.1 Hipótesis de investigación

Las técnicas de visión artificial y machine learning implícitas en el proceso KDD, servirán como apoyo en la toma de decisiones y diagnóstico médico.

2.6.2 Hipótesis nula

Las técnicas de visión artificial y machine learning implícitas en el proceso KDD, no servirán como apoyo en la toma de decisiones y diagnóstico médico.

2.6.3 Hipótesis alterna

Las técnicas de visión artificial y machine learning implícitas en el proceso KDD, servirán como apoyo en la toma de decisiones y diagnóstico médico, también pueden dar a conocer que modelo da mayor confianza en su precisión.

3 METODOLOGÍA

3.1 PARADIGMA

La investigación se enmarca dentro del paradigma Positivista, ya que tiene un enfoque cuantitativo. Teniendo en cuenta que se realizan distintos tipos de pruebas, entre los cuales están el análisis de rendimiento de la herramienta y el análisis de soporte y confianza de los resultados obtenidos por los algoritmos.

La investigación se centra en el enfoque cuantitativo, en donde sus estudios son una forma de dar resultados soportando la realidad por medio de la tecnología en un contexto natural, lo cual se menciona que en el respectivo enfoque se utiliza instrumentos los cuales se recoge la información en nuestro caso son imágenes de IRM las cuales son pasadas por un modelo de entrenamiento dando así un apoyo al diagnóstico médico.

3.2 ENFOQUE

El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo, se pretende medir la capacidad de análisis y procesamiento de una imagen a través de un sistema de visión artificial y del mismo modo se busca por medio de los modelos debidamente entrenados dar un apoyo al neurólogo con respectó a su dictamen final.⁷⁷

3.3 MÉTODO

El método en el cual se basa la investigación es de tipo empírico analítico, ya que se basa en la medición de datos cuantificables, el análisis y procesamiento de la información recolectada para contribuir en el diagnóstico médico.⁷⁸

3.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es correlacional, puesto que la causa del estudio es saber el comportamiento del sistema de visión artificial como identificador de enfermedades y la velocidad de respuesta del mismo, midiendo la relación que existe entre estas variables.⁷⁹

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es cuasi-experimental, ya que se utiliza un sistema de visión artificial, para observar los efectos que tiene la velocidad de respuesta del sistema en cuanto a la identificación de enfermedades y conocer cuan eficiente resulta la aplicación de IA en la medicina.

⁷⁷ QUIJANO, Armando. Guía de Investigación Cuantitativa. Institución Universitaria CESMAG. Parte 2. Pag 76.

⁷⁸ Ibid.

⁷⁹ Ibid.

3.6 POBLACIÓN

Debido a que el proyecto exige tener datos recolectados previamente, para poder así tener los recursos suficientes para el entrenamiento de la red neuronal que va a ser la encargada del reconocimiento de patrones, no es posible contar con una comunidad en especial. Para ello, el proyecto cuenta con información, en este caso imágenes IRM, las cuales han sido adquiridas a través de plataformas de carácter científico donde se comparten este tipo de archivos, con el fin de que sean utilizados para efectuar conocimiento.

Es de resaltar que, se contó con el apoyo del neurólogo James Jurado, encargado del análisis de las IRM en la IPS Los Ángeles, quien aceptó apoyar el proyecto con distintos repositorios de imágenes de sus pacientes, con las que se hicieron pruebas de eficacia de los modelos.

3.7 MUESTRA

El proyecto de investigación ha sido desarrollado por medio de un tipo de muestra no probabilística, en donde los elementos de estudio han sido adquiridos por los criterios investigativos tomando como muestra imágenes IRM obtenidas de repositorios de carácter científico en la web y repositorios por parte de entidades las cuales, cuentan con repositorios de imágenes IRM y del mismo modo el apoyo por parte del neurólogo James Jurado.

Por lo anterior, la muestra cuenta con una carpeta de IRM denominada Testing, en donde se almacenan 390 imágenes.

3.8 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

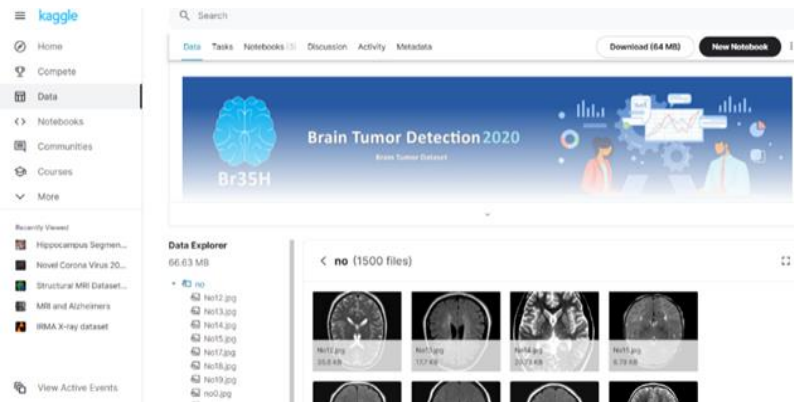
Para el presente proyecto, los datos han sido recolectados a través de plataformas científicas, en las cuales se encuentra un extenso repositorio de información, que fue utilizado mediante la técnica de revisión documental, el cual permitió identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad delineando el objeto de estudio y distinguiendo los elementos más abordados con sus esquemas observacionales. Por otra parte, lo más importante dentro de las técnicas de recolección y la precisión de ámbitos no exploratorios, es que está disponible para que la sociedad quien se encuentra interesada en el campo de la investigación pueda hacer uso de ellos, con el fin de generar un gran amplio conocimiento con respecto al estudio y análisis de datos.⁸⁰

⁸⁰ VALENCIA Victoria, Revisión documental en el proceso de investigación. [Consultado el 29 de noviembre de 2020]. Disponible en: <<https://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/1000/1771/1771.pdf>>

Para este caso, se utilizó la plataforma Kaggle, una plataforma con grandes repositorios de datos para científicos y profesionales en el aprendizaje automático, y otra plataforma denominada UCI Machine Learning Repository, donde se recolectaron todos los datos posibles, pues es una plataforma confiable y la información que contiene, ha sido capturada por profesionales en el área, por lo cual no hubo riesgo a basarse en datos falsos y al mismo tiempo contener en la investigación soportes científicos con respecto a repositorios confiables.

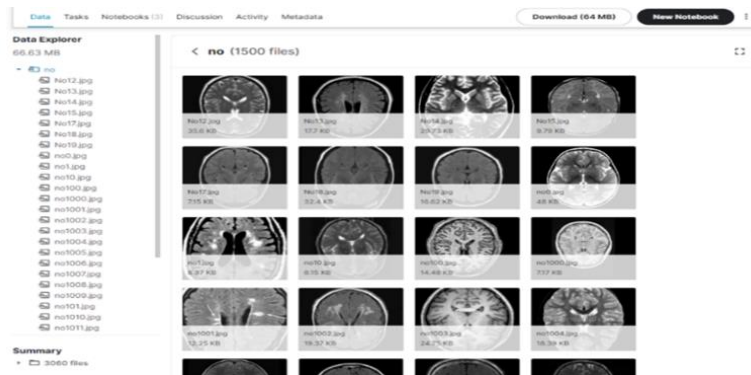
A continuación, se puede visualizar las plataformas anteriormente mencionadas:

Ilustración 24. Pantallazo plataforma Kaggle (Repositorio).



Fuente: Creación propia

Ilustración 25. Repositorio plataforma Kaggle.



Fuente: Creación propia

3.9 VALIDEZ DE LA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las técnicas implementadas con respecto a la recolección de información, fueron basadas en cuanto a los repositorios Kaggle y UCI Machine Learning Repository en donde fueron extraídos los datos e información que aportaron al desarrollo y análisis de la investigación en cuanto a las imágenes IRM.

De este modo las técnicas de recolección de información aplicadas en el proceso investigativo, se centran en el análisis de las imágenes IRM y en el análisis de métodos algorítmicos y no en métodos de recolección de encuesta, buscando un modelo estructural mediante un módulo KDD mediante una estructura de repositorios.

3.10 CONFIABILIDAD DE LAS TÉCNICAS DE LA INFORMACIÓN

Las técnicas de información, dentro del proceso investigativo fueron desarrolladas mediante la revolución de Big data y los repositorios Kaggle y UCI Machine Learning Repository, donde se ha decidido romper con el paradigma de la recolección de la información y el análisis de los datos, buscando la implementación de estos volúmenes de datos virtuales y el desarrollo de las mejores decisiones, porque les confiere la capacidad para hacerlo, no sólo en lo relativo a volumen sino también en cuanto a poder de análisis.

Por lo anterior, el método evolutivo de implementación de Big Data y los repositorios aportaron en gran parte a la extracción de los datos que no tenía cabida en el sistema para pre-procesarlos desde la plataforma de Big Data, de esta forma, el sistema actual los puede ver y así se logran el análisis y el desarrollo de los datos mediante los repositorios existentes dentro del campo de las Imágenes de resonancia magnética.

3.11 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para el presente proyecto, los datos fueron descargados a través de las plataformas Kaggle (ver anexo A), una comunidad de carácter científico que se encuentra inundada de información real. Además de ser sitios web confiables, estos recaen sobre el estudio del aprendizaje automático, por lo cual establece una fuerte conexión y atracción con el proyecto a realizar.

4 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 REPOSITORIO DE IMÁGENES

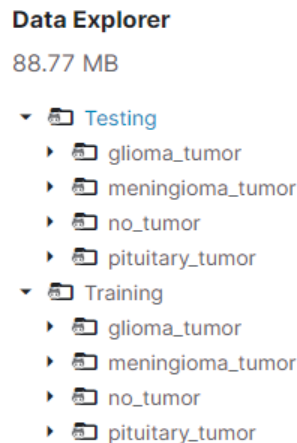
Para la adquisición de las imágenes fue necesario hacer uso de la plataforma Kaggle, sitio web que permite hacer uso de los diferentes datasets que allí se encuentran. Al ser una página web de carácter científico, donde se pueden subir y descargar proyectos y repositorios en temas relacionados con la Inteligencia Artificial, estas imágenes ya se encontraban listas para su uso, es decir, ya se hallaban clasificadas. Para su clasificación, los facilitadores del mismo debieron realizar una limpieza de los datos, proceso que es explicado en el marco teórico sección visión artificial, de este documento

En el Anexo b se observa el certificado emitido por un especialista, quien revisó las imágenes IRM de manera detallada con el fin de dar veracidad y visto bueno del proceso por el que pasó el repositorio, afirmando que ya se encontraba en un estado válido para su exploración por medio de la IA.

Teniendo en cuenta lo anterior, el repositorio de imágenes obtenidas para el desarrollo de este proyecto, fueron imágenes que ya habían pasado por las etapas necesarias para ser utilizadas dentro del ámbito de la visión artificial, de este modo ya es posible aplicar conocimientos y métodos de IA para buscar alternativas que mejoren la eficiencia en el proceso de lectura y reconocimiento de estas imágenes.

A continuación, se puede observar el árbol de clasificación obtenido en la plataforma Kaggle, en donde es posible detallar las imágenes organizadas en dos carpetas una correspondiente a Pruebas (testing) y otra a entrenamiento (training), dentro de cada una de ellas se encuentran clasificadas las imágenes según el tipo de enfermedad.

Ilustración 26. Árbol de clasificación del repositorio de imágenes IRM.



Fuente: BRAIN, Tumor Classification (MRI). Pantallazo,2021.

Ilustración 27. Clasificación de imágenes.



Fuente: creación propia.

4.2 Proceso KDD

Teniendo en cuenta el objetivo a desarrollar, fue necesario realizar una búsqueda en múltiples fuentes de literatura científica que abordan temas como la implementación de modelos KDD, sus estudios comparativos y análisis, lo cual permitió la extracción del conocimiento durante el proceso de 5 fases como los son:

Tabla 1. Características del proceso KDD

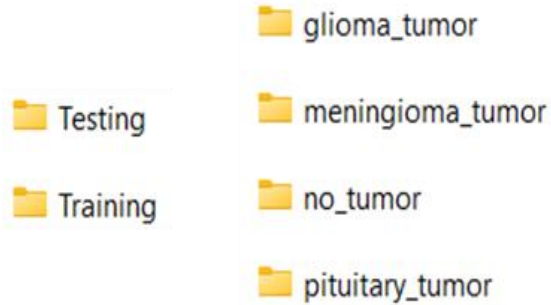
ETAPA	PROCESO KDD
1	Selección de datos
2	Preprocesamiento
3	Transformación
4	Data mining
5	Interpretación y Evaluación

Fuente: Elaboración propia

- **Selección de datos**

En esta fase se procede a seleccionar el dataset de las IRM, que contiene las carpetas de Testing y Training cada una con subcarpetas etiquetadas con las enfermedades a tratar como lo son: pituitary tumor, glioma tumor, meningioma tumor y no tumor. Cada una de ellas, contiene imágenes categorizadas respectivamente.

Ilustración 28. Clasificación de imágenes.

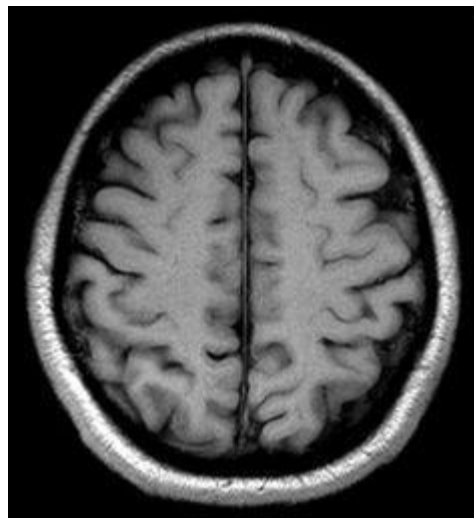


Fuente: Creación propia

- **Pre procesamiento**

Consiste en aplicar funciones y algoritmos que retoquen las imágenes para que sea más fácil la detección de características. Como se está trabajando con imágenes de resonancia magnética, estas vienen en alta calidad y en escala de grises por lo que no fue necesario aplicar ningún algoritmo.

Ilustración 29. IRM lista para ser procesada.

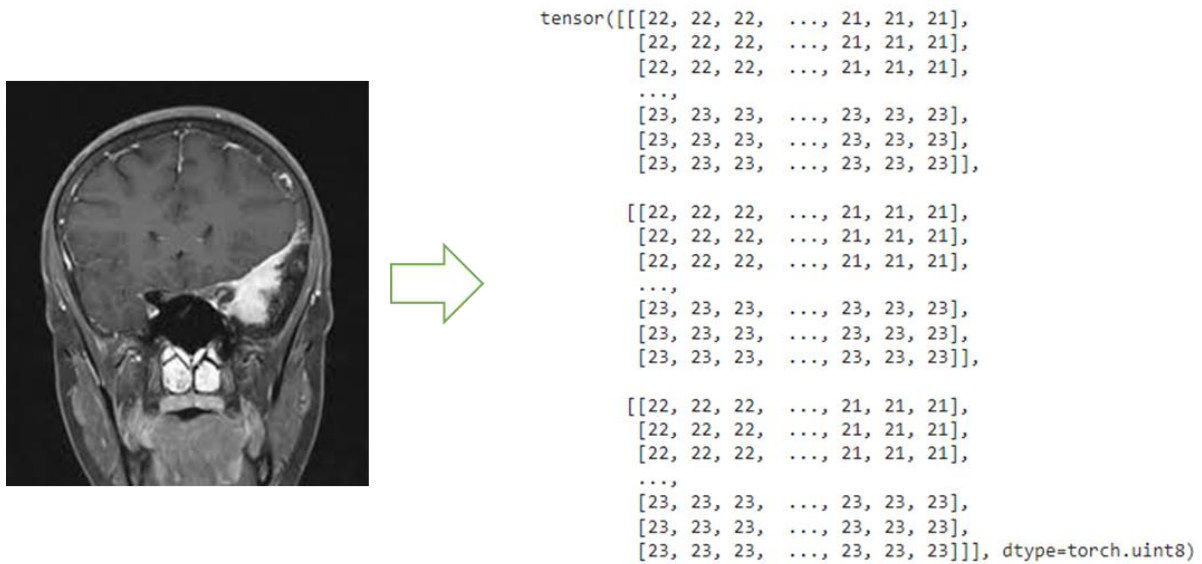


Fuente: Dataset IRM

- **Transformación:**

Es la etapa en donde las imágenes reciben una transformación y pasan de imágenes a números para que puedan ser tratadas. Para ello, se especifica el tamaño de la imagen y enseguida se convierte en una matriz de píxeles para luego ser convertida en un tensor.

Ilustración 30. Conversión de imagen a tensor.



Fuente: Creación propia

- **Data mining**

En este punto, el algoritmo empieza a entrenarse y su tiempo de ejecución dependerá de las etapas o epochs que hayan sido declaradas, además de la cantidad de imágenes que hayan sido cargadas.

Ilustración 31. Data Mining (entrenamiento del modelo).

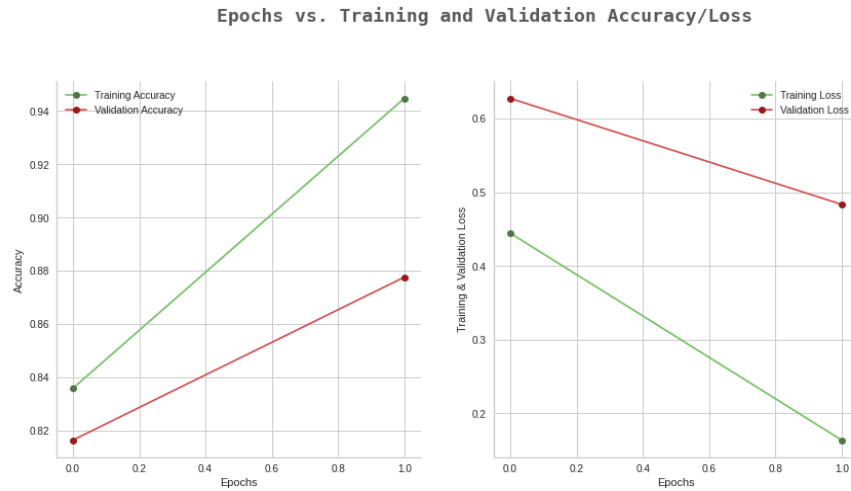
```
Epoch 1/2
83/83 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.4443 - accuracy: 0.8358
Epoch 1: val_accuracy improved from -inf to 0.81633, saving model to effnet.h5
83/83 [=====] - 352s 4s/step - loss: 0.4443 - accuracy: 0.8358
Epoch 2/2
83/83 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.1635 - accuracy: 0.9448
Epoch 2: val_accuracy improved from 0.81633 to 0.87755, saving model to effnet.h5
83/83 [=====] - 340s 4s/step - loss: 0.1635 - accuracy: 0.9448
```

Fuente: Creación propia

- **Interpretación y evaluación de datos**

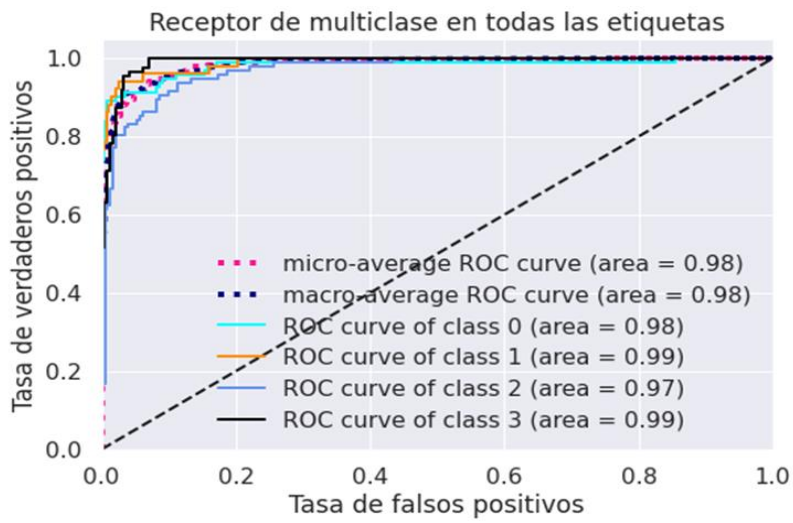
Como etapa final, son arrojados los resultados de la precisión y pérdida (accuracy y loss) que tuvo el modelo, además de la matriz de confusión en donde se puede observar cómo categorizó cada imagen el modelo y una curva ROC para determinar la efectividad del mismo.

Ilustración 32. Accuracy y Loss.



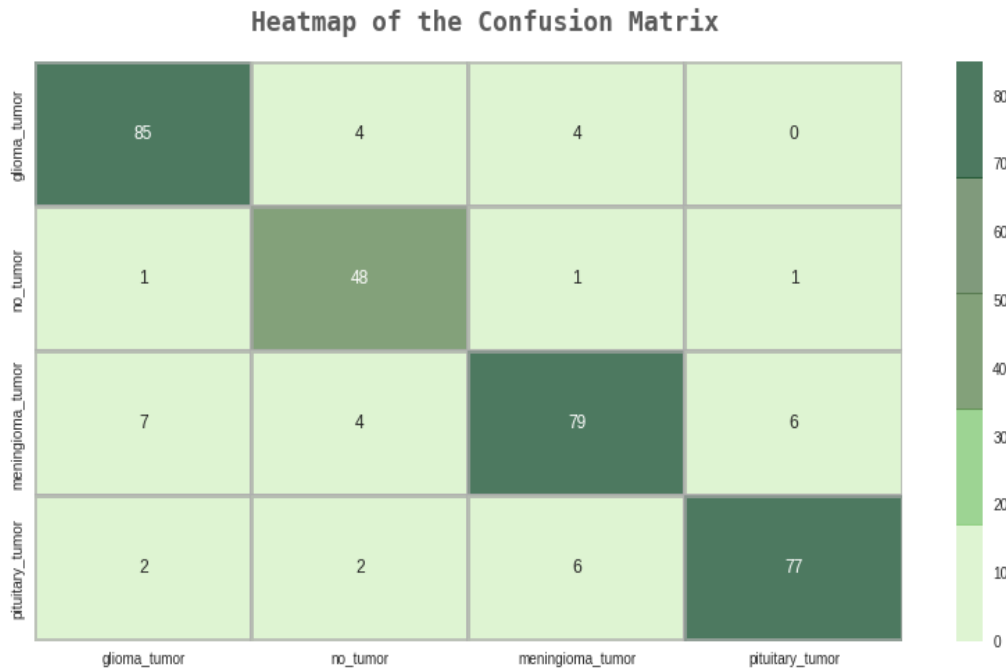
Fuente: Creación propia

Ilustración 33. Curvas ROC.



Fuente: Creación propia

Ilustración 34. Matriz de confusión.



Fuente: Creación propia

4.3 EfficientNet B0

Según Keras.io⁸¹ EfficientNet B0 es una función que contiene una serie de parámetros configurables para mejorar el entrenamiento de una red neuronal convolucional a través del aprendizaje supervisado. En sí, son funciones con pesos (enlaces que incrementan o inhiben el estado de activación de las neuronas adyacentes), que ya vienen entrenados de una librería muy conocida como lo es ImageNet, que es una inmensa base de datos de imágenes de todo tipo. Existen distintas versiones de la función EfficientNet, las cuales han sido clasificadas por medio de su terminación B, es decir, su primera versión se denominó EfficientNet B0 y va hasta la versión B7, cada una de ellas es una evolución de la anterior.

Al ser ésta una función con pesos pre entrenados, el rendimiento de una red neuronal mejora en gran manera, puesto que, los parámetros que esta función trae, permiten una configuración adaptable al modelo que se quiere entrenar, conllevando a disminuir la tasa de errores que se da cuando no se hace uso de funciones externas.

⁸¹ KERAS. EfficientNet B0 to B7. [Consultado el 17 de mayo de 2022]. Disponible en <<https://keras.io/api/applications/efficientnet/>>

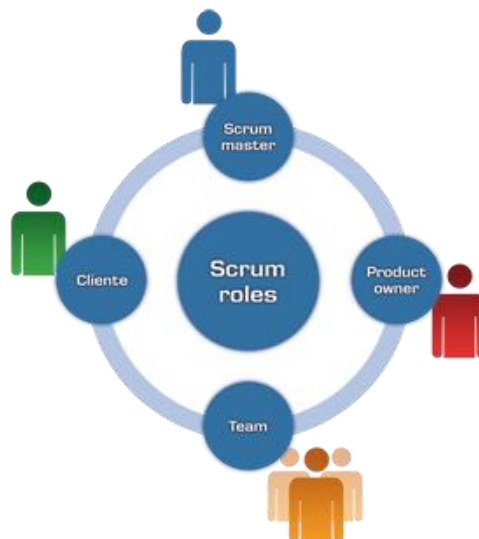
4.4 METODOLOGÍA INGENIERIL (SCRUM)

Según ENCARNA ABELLÁN⁸² La metodología Scrum es un marco de trabajo o framework que se utiliza dentro de equipos que manejan proyectos complejos. Es decir, se trata de una metodología de trabajo ágil que tiene como finalidad la entrega de valor en períodos cortos de tiempo y para ello se basa en tres pilares: la transparencia, inspección y adaptación. Esta metodología permite que el equipo de trabajo junto al cliente, puedan trabajar de la mano, ya que se está en constante iteración y reuniones con el fin de mejorar el producto.

La metodología SCRUM cuenta con 3 roles dentro del equipo de trabajo, según SOFTENG⁸³ El equipo Scrum está formado por los siguientes roles:

- **Scrum master:** Es la persona que lidera al equipo guiando para que se cumpla con las reglas y procesos de la metodología.
- **Product owner (PO):** Es el representante de los accionistas y clientes que usarán el software.
- **Team o Equipo de desarrollo:** Es el grupo de profesionales con conocimientos técnicos necesarios y que desarrollan el proyecto de manera conjunta.

Ilustración 35. Roles Scrum.



Fuente: LARA WALTER, Roles de scrum Softeng (2021).

⁸² ABELLÁN Encarna. Scrum: qué es y cómo funciona esta metodología. 2020. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en <<https://www.wearemarketing.com/es/blog/metodologia-scrum-que-es-y-como-funciona.html>>

⁸³ SOFTENG. Proceso y roles de scrum. 2021. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en <<https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum/proceso-roles-de-scrum.html>>

Para la metodología Scrum el proceso de desarrollo se realiza de manera iterativa e incremental, de tal manera que cada iteración es denominada Sprint y en cada nuevo Sprint se va obteniendo una nueva versión del software.

Según Walter Lara⁸⁴ para la metodología scrum se debe cumplir con ciertas herramientas que son:

- Backlog de Producto o Product Backlog
- Backlog del Sprint o Sprint Backlog

4.4.1 Backlog de Producto o Product Backlog

Según Rafael García⁸⁵ El Product Backlog es una lista de todo el trabajo pendiente, ordenado por prioridad, es decir, es la parte donde se priorizan y obtienen los requerimientos del sistema pendientes por desarrollar dentro el proyecto.

En el caso del desarrollo de este proyecto el product Backlog se desarrolló por medio de historias de usuarios, ya que según SCRUM MEXICO⁸⁶ las historias del usuario han surgido como la mejor y más popular forma de Product Backlog. Estas se llaman historias de usuarios, porque son proporcionadas por el cliente.

Dentro de la primera reunión de retrospectiva, la cual es recomendada por el marco de trabajo de scrum, se determinó la elaboración de una lista de historias de usuarios, documentadas por el product Awner. De tal forma se logró establecer un formato de Product Backlog que incluya en sus columnas la siguiente información:

- **Identificador (ID) de la Historia:** Este es un código, el cual identifica de manera única la historia.
- **Enunciado de la Historia:** Este es el nombre de la historia de usuario, para el cual fue utilizado el siguiente formato: Como un [Rol], Necesito [Descripción de la Funcionalidad], con la finalidad de [Razón o Resultado].
- **Alias:** Este es el título alternativo al enunciado de la historia.
- **Origen:** Es el área o modulo en el cual la historia va a tener su funcionalidad.
- **Estado:** Este campo identifica los posibles estados en los que podemos encontrar la historia de usuario.
- **Dimensión / Esfuerzo:** Esta es la medida o el tamaño del esfuerzo que implica desarrollar dicha historia.
- **Iteración (Sprint):** Este es el código de la iteración o el sprint al que pertenece dicha historia.

⁸⁴ LARA Walter. ¿Cómo funciona la metodología Scrum? Qué es y sus 5 fases. 2015 [Consultado el día 25 de abril de 2022]. Disponible en <<https://platzi.com/blog/metodologia-scrum-fases/>>

⁸⁵ GARCIA Rafael. ¿QUÉ ES EL BACKLOG? 2019 [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en <<https://muyagile.com/que-es-el-backlog/>>

⁸⁶ SCRUM Mexico. Escribiendo Historias de Usuario. 2018. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en <<https://scrum.mx/informate/historias-de-usuario>>

- **Prioridad:** Teniendo en cuenta el marco de trabajo de scrum, el cual nos dice que a todas las historias de usuarios se les debe asignar una prioridad, esto según las instrucciones del cliente.
- **Comentarios:** Son detalles adicionales, que permiten complementar la descripción de la historia con la finalidad de tener una idea más clara en el desarrollo de la misma.

Tabla 2. Product Backlog.

Desarrollo ágil: Pila de Producto (Product Backlog)

Identificador (ID) de la Historia	Enunciado de la Historia	Alias	Origen/Módulo	Estado	Dimensión/Esfuerzo	Iteración (Sprint)	Prioridad	Comentarios
REQ-VAIRM-01	Como usuario administrador, necesito que me permita realizar el logeo por medio de un usuario y contraseña, con la finalidad de tener seguridad y roles dentro del sistema	Logueo	Administrador	Hecho	30SP	VAIRM-SP1	95	
REQ-VAIRM-02	Como usuario administrador, necesito que me permita poder gestionar todo lo relacionado con los profesionales, con la finalidad de poder agregar, visualizar, editar y eliminar los profesionales que van a interactuar con el sistema.	Gestion profesionales	Administrador	Hecho	30SP	VAIRM-SP1	100	
REQ-VAIRM-03	Como usuario administrador, necesito que me permita poder gestionar el proceso KDD, con la finalidad de poder entrenar los modelos con nuevas imágenes y visualizar el informe del entrenamiento	Gestion proceso KDD	Administrador	Hecho	30SP	VAIRM-SP1	100	
REQ-VAIRM-04	Como usuario administrador, necesito que me permita visualizar las ayudas correspondientes al funcionamiento del sistema, con la finalidad de guiarme dentro del mismo.	Gestion de ayudas	Administrador	Hecho	30SP	VAIRM-SP1	90	
REQ-VAIRM-05	Como usuario profesional, necesito que me permita realizar el logeo por medio de un usuario y contraseña, con la finalidad de tener seguridad y roles dentro del sistema	Logueo	Profesionales	Hecho	30SP	VAIRM-SP2	95	
REQ-VAIRM-06	Como usuario profesional, necesito que me permita poder gestionar todo lo relacionado con los pacientes, con la finalidad de poder agregar, visualizar, editar y eliminar los pacientes que van a ser agendados a una cita.	Gestion pacientes	Profesionales	Hecho	30SP	VAIRM-SP2	100	
REQ-VAIRM-07	Como usuario profesional, necesito que me permita poder gestionar todo lo relacionado con las citas, con la finalidad de poder crear una cita y evaluar los datos de la misma	Gestion citas	Profesionales	Hecho	30SP	VAIRM-SP2	100	
REQ-VAIRM-08	Como usuario profesional, necesito que me permita visualizar las ayudas correspondientes al funcionamiento del sistema, con la finalidad de guiarme dentro del mismo.	Gestion de ayudas	Profesionales	Hecho	30SP	VAIRM-SP2	90	

Fuente: Creación propia.

4.4.2 Backlog del Sprint o Sprint Backlog

Según Marcelo Garcia⁸⁷ El Sprint Backlog es la suma de el Objetivo del Sprint, los elementos del Product Backlog elegidos para el Sprint, más un plan de acción de cómo crear el Incremento de Producto. Es decir, son un conjunto de elementos que se toman del Product Backlog y que son priorizados, medidos y aceptados en las reuniones del Sprint Planing.

Para el caso de este proyecto, una vez definido el Product Backlog, se procede a la creación del Sprint Blacklog, lista en la cual se definió las tareas a desarrollar, esto teniendo en cuenta el nivel de prioridad de cada una, el cual fue establecido de acuerdo a las historias de usuarios obtenidas; para la elaboración y planificación del sprint Backlog es necesario contar con las siguientes columnas:

- **ID:** Código el cual identificara la tarea o sprint a desarrollarse.
- **Nombre de Tarea:** Identificación con la cual el grupo de desarrollo conocerá dicha actividad.
- **Sprint:** Código del sprint al cual pertenece la tarea a desarrollar.
- **Prioridad:** Esta es la prioridad que tiene esa actividad dentro del sprint.

⁸⁷ GARCIA Marcelo. ¿Qué es el SPRINT BACKLOG?. 2020. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en < <https://ittude.com.ar/b/scrum/que-es-el-sprint-backlog/>>

- **Trabajo Previsto/ Estimación Inicial:** Tiempo en días previsto para la duración del sprint.
- **Duración/Estimación Ajustada:** Re ajuste del tiempo previsto estimado.
- **Comienzo:** Fecha de iniciación del sprint.
- **Fin:** Fecha de finalización del sprint.
- **Recurso:** Código relacional con las historias de usuarios.

Tabla 3. Sprint Backlog.

ID	Nombre de tarea	Sprint	Prioridad	Trabajo previsto/ Estimación inicial	Duración/ Estimación ajustada	Comienzo	Fin	Recurso
VAIRM-SP1	Primer Sprint (Administrador)		Alta	24 Días	24 Días	8/02/2021	11/03/2021	
TR-01	Diseño Mockup login y navegación	VAIRM-SP1	Media	1/2 día	1/2 día	8/02/2021	8/02/2021	REQ-VAIRM-01
TR-02	Desarrollo de autenticación login y navegación	VAIRM-SP1	Media	1/2 día	1/2 día	8/02/2021	8/02/2021	REQ-VAIRM-01
TR-03	Pruebas de autenticación	VAIRM-SP1	Media	1/2 día	1/2 día	9/02/2021	9/02/2021	REQ-VAIRM-01
TR-04	Diseño Mockup gestión profesionales	VAIRM-SP1	Alta	1/2 día	1/2 día	9/02/2021	9/02/2021	REQ-VAIRM-02
TR-05	Desarrollo formulario crear profesionales	VAIRM-SP1	Alta	1/2 día	1/2 día	10/02/2021	10/02/2021	REQ-VAIRM-02
TR-06	Desarrollo tabla listar profesionales	VAIRM-SP1	Alta	1/2 día	1/2 día	10/02/2021	10/02/2021	REQ-VAIRM-02
TR-07	Desarrollo botones actualizar y eliminar profesionales	VAIRM-SP1	Alta	1/2 día	1/2 día	11/02/2021	11/02/2021	REQ-VAIRM-02
TR-08	Pruebas del CRUD profesionales	VAIRM-SP1	Alta	1/2 día	1/2 día	11/02/2021	11/02/2021	REQ-VAIRM-02
TR-09	Diseño Mockup campo de trabajo IA	VAIRM-SP1	Alta	1/2 día	1/2 día	12/02/2021	12/02/2021	REQ-VAIRM-03
TR-10	Desarrollo campo de trabajo IA e implementación Drag and Drop	VAIRM-SP1	Alta	3 días	3 días	12/02/2021	17/02/2021	REQ-VAIRM-03
TR-11	Pruebas campo de trabajo IA	VAIRM-SP1	Alta	1/2 día	1/2 día	17/02/2021	17/02/2021	REQ-VAIRM-03
TR-12	Codificar el proceso KDD	VAIRM-SP1	Alta	3 días	3 días	18/02/2021	23/02/2021	REQ-VAIRM-03
TR-13	Selección de imágenes RM	VAIRM-SP1	Alta	1/2 día	1/2 día	23/02/2021	23/02/2021	REQ-VAIRM-03
TR-14	Pre procesamiento librería keras	VAIRM-SP1	Alta	1/2 día	1/2 día	23/02/2021	23/02/2021	REQ-VAIRM-03
TR-15	Implementación de modelos de IA	VAIRM-SP1	Alta	5 días	5 días	24/02/2021	3/03/2021	REQ-VAIRM-03
TR-16	Generar gráficos de modelo	VAIRM-SP1	Alta	1 día	1 día	3/03/2021	4/03/2021	REQ-VAIRM-03
TR-17	Tratamiento Transfer Learning	VAIRM-SP1	Alta	1 día	1 día	4/03/2021	5/03/2021	REQ-VAIRM-03
TR-18	Exportar modelo .H5	VAIRM-SP1	Alta	1/2 día	1/2 día	5/03/2021	5/03/2021	REQ-VAIRM-03
TR-19	Tratamiento de nuevas imágenes RM	VAIRM-SP1	Alta	1/2 día	1/2 día	5/03/2021	5/03/2021	REQ-VAIRM-03
TR-20	Implementación curvas ROC	VAIRM-SP1	Alta	1 día	1 día	8/03/2021	9/03/2021	REQ-VAIRM-03
TR-21	Implementación matriz de confusión	VAIRM-SP1	Alta	1 día	1 día	9/03/2021	10/03/2021	REQ-VAIRM-03
TR-22	Desarrollar la opción de ayuda del modulo	VAIRM-SP1	Baja	1 día	1 día	10/03/2021	11/03/2021	REQ-VAIRM-04
TR-23	Pruebas del modulo administrador	VAIRM-SP1	Baja	1 día	1 día	11/03/2021	11/03/2021	
VAIRM-SP2	Segundo Sprint (Profesionales)		Alta	22 días	22 días	11/03/2021	19/04/2021	
TR-24	Diseño Mockup login y navegación	VAIRM-SP2	Media	1/2 día	1/2 día	11/03/2021	11/03/2021	REQ-VAIRM-05
TR-25	Desarrollo de autenticación login y navegación	VAIRM-SP2	Media	1/2 día	1/2 día	11/03/2021	11/03/2021	REQ-VAIRM-05
TR-26	Pruebas de autenticación	VAIRM-SP2	Media	1/2 día	1/2 día	12/03/2021	12/03/2021	REQ-VAIRM-05
TR-27	Diseño Mockup módulo pacientes	VAIRM-SP2	Alta	1/2 día	1/2 día	12/03/2021	12/03/2021	REQ-VAIRM-06
TR-28	Desarrollo formulario crear pacientes	VAIRM-SP2	Alta	1/2 día	1/2 día	15/03/2021	15/03/2021	REQ-VAIRM-06
TR-29	Desarrollo tabla listar pacientes	VAIRM-SP2	Alta	1/2 día	1/2 día	15/03/2021	15/03/2021	REQ-VAIRM-06
TR-30	Desarrollo botones actualizar y eliminar pacientes	VAIRM-SP2	Alta	1/2 día	1/2 día	16/03/2021	16/03/2021	REQ-VAIRM-06
TR-31	Pruebas CRUD pacientes	VAIRM-SP2	Alta	1/2 día	1/2 día	16/03/2021	16/03/2021	REQ-VAIRM-06
TR-32	Desarrollo opción registrar cita	VAIRM-SP2	Alta	2 días	2 días	17/03/2021	19/03/2021	REQ-VAIRM-07
TR-33	Desarrollo opción visualizar cita	VAIRM-SP2	Alta	1 día	1 día	19/03/2021	23/03/2021	REQ-VAIRM-07
TR-34	Desarrollo botones actualizar y eliminar cita	VAIRM-SP2	Alta	3 días	3 días	23/03/2021	26/03/2021	REQ-VAIRM-07
TR-35	Pruebas CRUD citas	VAIRM-SP2	Alta	1 día	1 día	26/03/2021	26/03/2021	REQ-VAIRM-07
TR-36	Generar vista de posible diagnóstico	VAIRM-SP2	Alta	5 días	5 días	5/04/2021	12/04/2021	REQ-VAIRM-07
TR-37	Generar PDF	VAIRM-SP2	Alta	3 días	3 días	12/04/2021	15/04/2021	REQ-VAIRM-07
TR-38	Pruebas de visualización y generación de pdf	VAIRM-SP2	Alta	1 día	1 día	15/04/2021	16/04/2021	REQ-VAIRM-07
TR-39	Desarrollar la opción de ayuda del modulo	VAIRM-SP2	Baja	1 día	1 día	16/04/2021	19/04/2021	REQ-VAIRM-08
TR-40	Pruebas del modulo Profesionales	VAIRM-SP2	Baja	1 día	1 día	19/04/2021	19/04/2021	

Fuente: Creación propia.

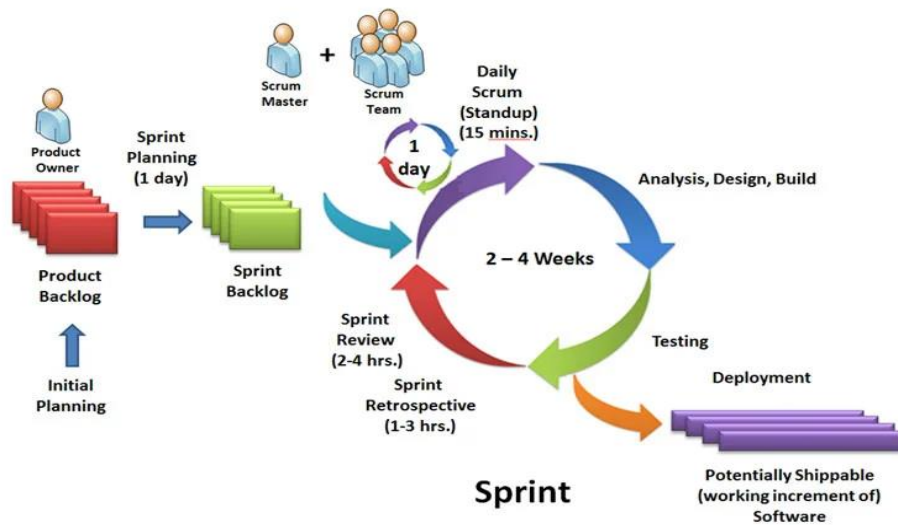
4.4.3 Sprint

Según Abraham Requena⁸⁸ Sprint es el nombre que va a recibir cada uno de los ciclos o iteraciones que se van a tener dentro de dentro de un proyecto Scrum, es decir según el número de iteraciones que se obtengan es la cantidad de versiones del sistema o módulos desarrollados.

⁸⁸ REQUENA Abraham. Qué es un Sprint de Scrum. 2018 [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en <<https://openwebinars.net/blog/que-es-un-sprint-scrum/>>

Los sprint son la unidad básica para el desarrollo del trabajo del equipo scrum, siendo esta la característica principal a diferencia de otras metodologías ágiles; para este proyecto se definió un formato de asignación de sprint, este a su vez cuenta con las tareas que corresponden a cada uno, así como la fecha de inicio junto al número de días y jornadas en las que se va a trabajar.

Ilustración 36. Proceso de un Sprint.



Copyright © 2011, William B. Heys

Fuente: William B. Proceso de un sprint Heys, 2011.

Tabla 4. Sprint.

Proyecto			
VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD			
N° de Sprint	Inicio	Días	Jornadas
2	8/02/2021	46	8 horas / día
TAREAS		EQUIPO	FESTIVOS
TIPOS	ESTADOS		
Análisis	Terminada	Anderson Bolaños	
Codificación	Terminada	Sebastian Gonzalez	
Prototipado	Terminada	Gerson Urrego	
Pruebas	Terminada		
Reunión	Terminada		

Fuente: Creación propia.

Para el desarrollo de la herramienta también se define un lenguaje de programación el cual es basado en Python, para este caso fue usado el Framework Django, por otro lado, para la base de datos se definió usar el gestor de bases de datos PostgreSQL.

- **Requerimientos técnicos**

- **Django:** es un framework web Full Stack, es decir, un entorno de desarrollo para frontend y backend, que facilita el desarrollo de sistemas informáticos, a través de la automatización de segmentos de código, lo que permite desarrollar una aplicación web en poco tiempo y con pocos recursos. Django se caracteriza por estar desarrollado bajo el lenguaje de programación Python, lo que lo hace fácil de usar, además posee diferentes características que lo hacen una buena opción, como lo son: su rapidez, librerías para todo tipo de requerimientos, seguro, escalable y versátil⁸⁹. La razón por la que se eligió este framework, es por la amigabilidad y facilidad con la que se puede implementar inteligencia artificial en Python, por ende, al ser Django desarrollado bajo el lenguaje Python, ofrece todas las posibilidades y características que Python soporta.
- **PostgreSQL:** es un gestor de base de datos relacional de código abierto, que ofrece las herramientas necesarias para el desarrollo de bases de datos básicas hasta complejas, posee características que lo hacen confiable y robusto y con un alto rendimiento, siendo de esta manera un gestor popular entre los desarrolladores⁹⁰.

Para que DIRMIA tenga un óptimo desempeño y cumpla con su funcionalidad, es necesario que se cuente con los siguientes requerimientos técnicos:

Tabla 5. Recursos técnicos.

Recursos Técnicos	
Recurso	Características
Procesador igual o superior a Intel Pentium	Compatible con SSE3
Windows 7, 8, 8.1, 10 o 11	-
Memoria RAM	Superior a 2GB

Fuente: Creación propia

⁸⁹ DJANGO. El framework web para perfeccionistas con plazos. 2022. Recurso en línea. [Consultado el 26 de abril de 2022]. Disponible en <<https://www.djangoproject.com/start/overview/>>

⁹⁰ POSTGRESQL. PostgreSQL: la base de datos relacional de código abierto más avanzada del mundo. 2022. Recurso en línea. [Consultado el 26 de abril de 2022]. Disponible en <<https://www.postgresql.org/>>

Tabla 6. Recursos de software.

Recursos de software	
Recurso	Características
Navegador Chrome o Firefox	Última versión disponible

Fuente: Creación propia

- **Sprint 1**

En el primer sprint se desarrollaron todas las actividades correspondientes al módulo de administración, mismas que tienen una estricta relación con el logueo, la gestión de los profesionales, la gestión del proceso KDD y la opción de ayudas del módulo.

Para este sprint las tareas desarrolladas, fueron consideradas de acuerdo al nivel de prioridad dado en el sprint backlog, también se tuvo en cuenta su relevancia de acuerdo con el proceso de ejecución del sistema.

Tabla 7. Asignación de Sprint 1

SPRINT	INICIO	DURACION
1	8/02/2021	24

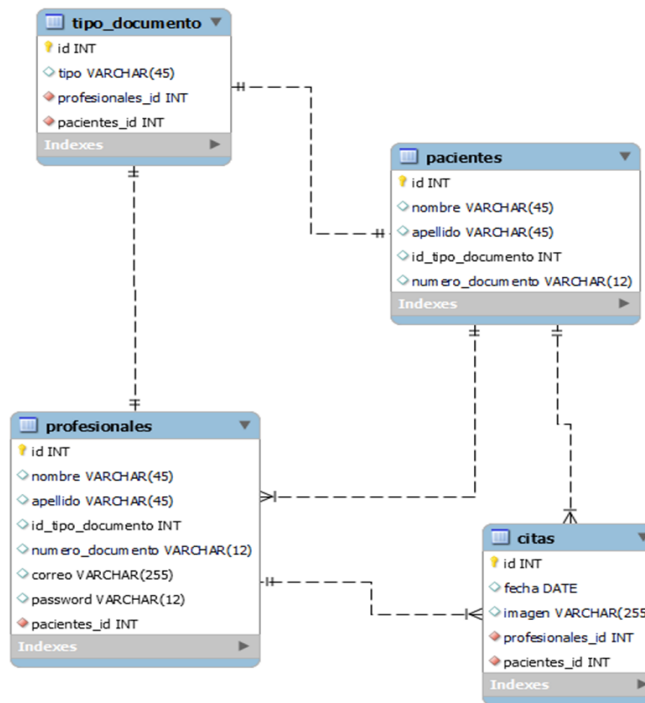
Tareas pednientes 0
Horas de trabajo Pendientes 0

PILA DEL SPRINT				
Backlog ID	Tarea	Prioridad	Estado	Responsable
REQ-VAIRM-01	Diseño Mockup login y navegación	Media	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-01	Desarrollo de autenticación login y navegación	Media	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-01	Pruebas de autenticación	Media	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-02	Diseño Mockup gestión profesionales	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-02	Desarrollo formulario crear profesionales	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-02	Desarrollo tabla listar profesionales	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-02	Desarrollo botones actualizar y eliminar profesionales	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-02	Pruebas del CRUD profesionales	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-03	Diseño Mockup campo de trabajo IA	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-03	Desarrollo campo de trabajo IA e implementación Drag	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-03	Pruebas campo de trabajo IA	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-03	Codificar el proceso KDD	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-03	Selección de imágenes RM	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-03	Pre procesamiento librería keras	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-03	Implementación de modelos de IA	Alta	Terminada	Gerson Urrego
REQ-VAIRM-03	Generar gráficos de modelo	Alta	Terminada	Gerson Urrego
REQ-VAIRM-03	Tratamiento Transfer Learning	Alta	Terminada	Gerson Urrego
REQ-VAIRM-03	Exportar modelo .h5	Alta	Terminada	Gerson Urrego
REQ-VAIRM-03	Tratamiento de nuevas imágenes RM	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-03	Implementación curvas ROC	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-03	Implementación matriz de confucion	Alta	Terminada	Gerson Urrego
REQ-VAIRM-04	Desarrollar la opción de ayuda del modulo	Baja	Terminada	Anderson Bolaños
	Pruebas del modulo administrador	Baja	Terminada	Anderson Bolaños

Fuente: Creación propia.

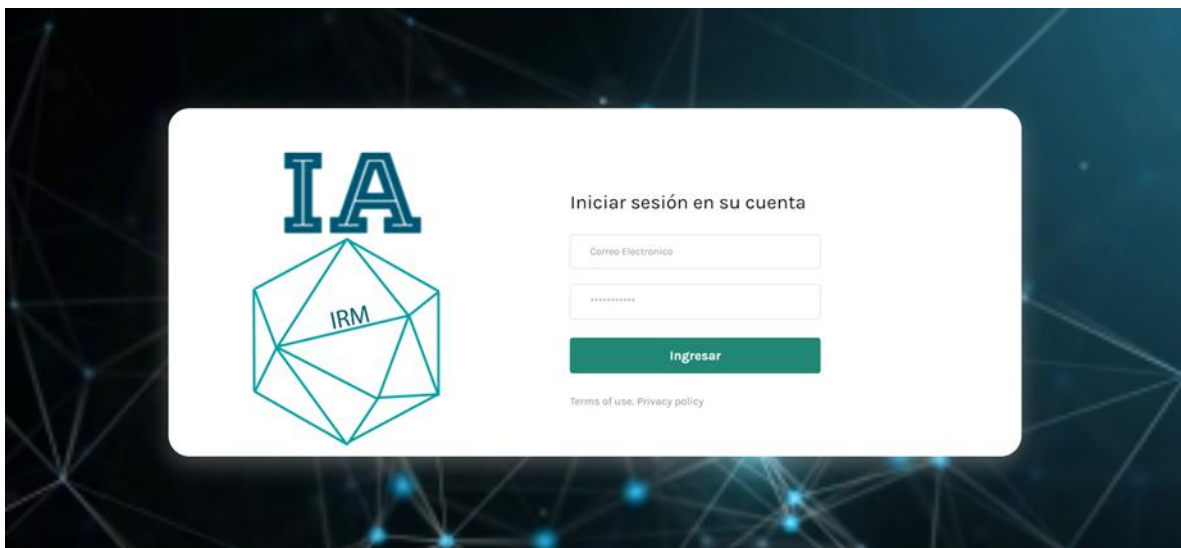
Para el sprint 1 se presenta el siguiente prototipo teniendo en cuenta historias de usuarios y tareas descritas anteriormente.

Ilustración 37. Modelo entidad relación DB.



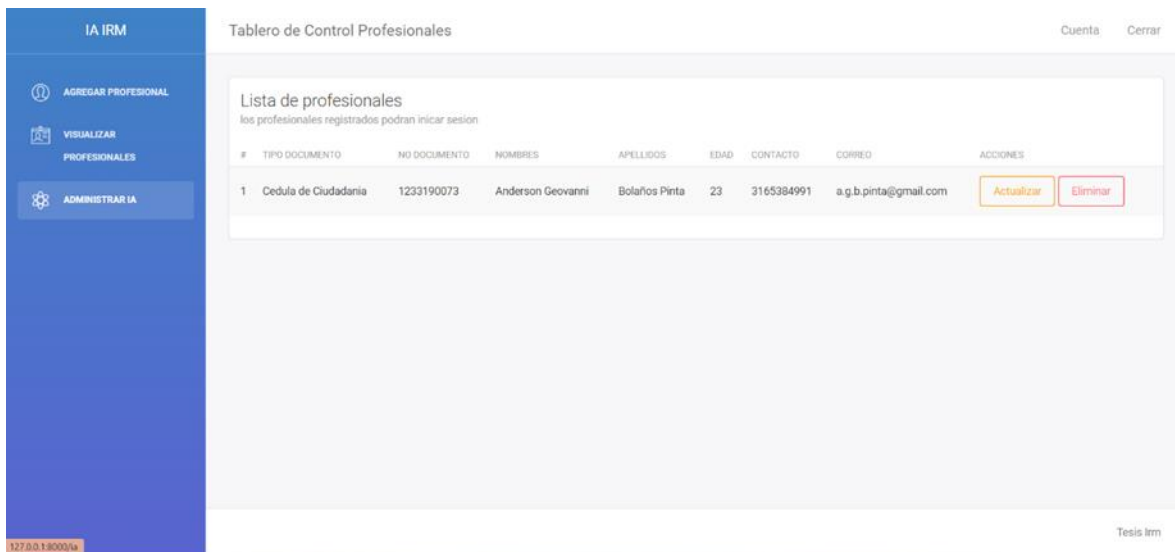
Fuente: Creación Propia.

Ilustración 38. Inicio de sesión herramienta.



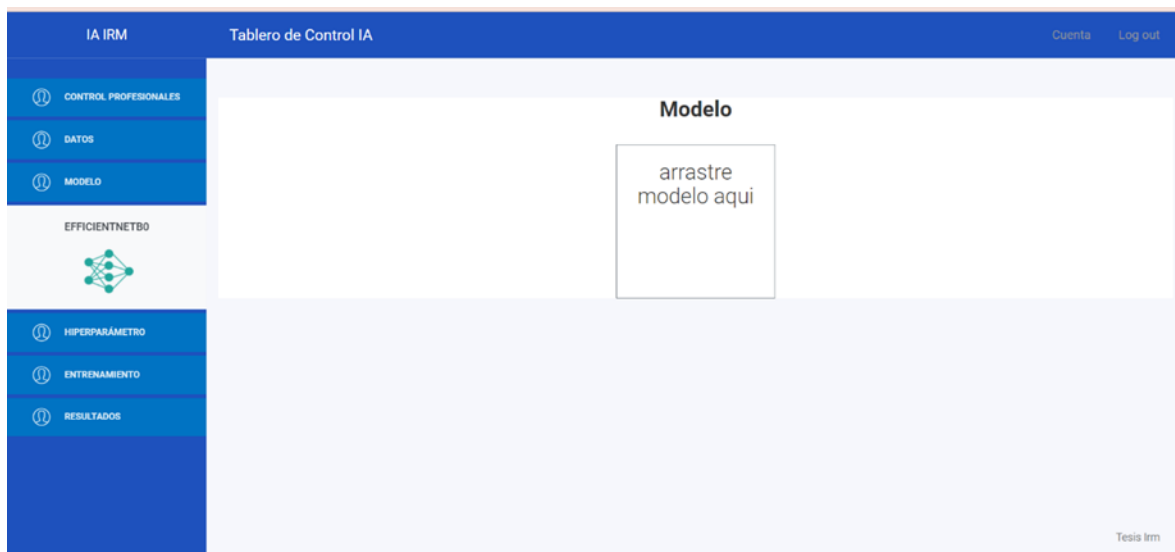
Fuente: Creación Propia.

Ilustración 39. Modulo listar profesional.



Fuente: Creación Propia.

Ilustración 40. Tablero de modelos.



Fuente: Creación Propia.

Ilustración 41. Formulario de Hiper-Parámetros.

IA IRM Tablero de Control IA Cuenta Log out

Formulario Hiper Parametros

Número de épocas
0

Tamaño del lote
0

función de pérdida
categorical_crossentropy

optimizador
Adam

División de validación
0

Guardar Cambios

Tesis Irm

Fuente: Creación Propia.

- **Sprint 2**

Para el segundo sprint se desarrollaron todas las actividades correspondientes al módulo de profesionales, mismas que tienen una estricta relación con el logueo, la gestión de los pacientes, la gestión citas y la opción de ayudas del módulo.

Las tareas elegidas para el actual sprint y su orden de priorización fueron consideradas de acuerdo al nivel de prioridad dado en el sprint backlog, por otro lado, también se tuvo en cuenta su relevancia de acuerdo con el proceso de ejecución del sistema y su orden de codificación.

Ilustración 42. Asignación de sprint 2.

SPRINT	INICIO	DURACION
2	11/03/2021	22

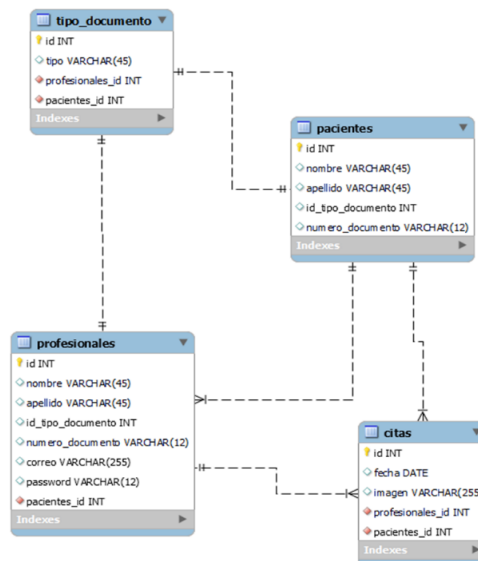
Tareas pendientes 0
Horas de trabajo Pendientes 0

PILA DEL SPRINT				
Backlog ID	Tarea	Prioridad	Estado	Responsable
REQ-VAIRM-05	Diseño Mockup login y navegación	Media	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-05	Desarrollo de autenticación login y navegación	Media	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-05	Pruebas de autenticación	Media	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-06	Diseño Mockup módulo pacientes	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-06	Desarrollo formulario crear pacientes	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-06	Desarrollo tabla listar pacientes	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-06	Desarrollo botones actualizar y eliminar pacientes	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-06	Pruebas CRUD pacientes	Alta	Terminada	Sebastian Gonzalez
REQ-VAIRM-07	Desarrollo opción registrar cita	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-07	Desarrollo opción visualizar cita	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-07	Desarrollo botones actualizar y eliminar cita	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-07	Pruebas CRUD citas	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-07	Generar vista de posible diagnóstico	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-07	Generar PDF	Alta	Terminada	Anderson Bolaños
REQ-VAIRM-07	Pruebas de visualización y generación de pdf	Alta	Terminada	Gerson Urrego
REQ-VAIRM-08	Desarrollar la opcion de ayuda del modulo	Alta	Terminada	Gerson Urrego
	Pruebas del modulo Profesionales	Alta	Terminada	Gerson Urrego

Fuente: Creación Propia.

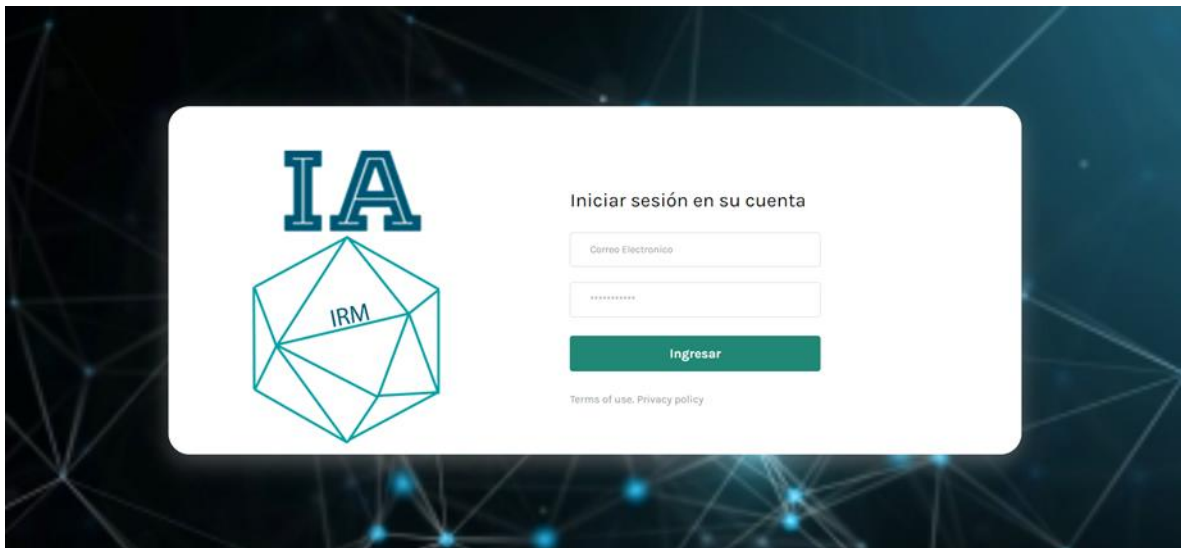
Para el sprint 2 se presenta el siguiente prototipo teniendo en cuenta historias de usuarios y tareas descritas anteriormente.

Ilustración 43. Modelo entidad relación DB.



Fuente: Creación Propia.

Ilustración 44. Login.



Fuente: Creación Propia.

Ilustración 45. Listados de pacientes.

IA IRM

Tablero de Control pacientes

Cuenta Cerrar

Lista de pacientes
los pacientes podran ser agendado a una cita

#	TIPO DOCUMENTO	NO DOCUMENTO	NOMBRES	APELLIDOS	EDAD	CONTACTO	ACCIONES
1	Cedula de Ciudadania	1066718133	Anderson Geovanni	Bolaños Pinta	23	3165384991	Actualizar Eliminar
3	Cedula de Ciudadania	1066718133	carlos	Pruebas	32	3165384991	Actualizar Eliminar

Tesis Irm

Fuente: Creación Propia.

Ilustración 46. Registro de citas.

IA IRM

Tablero de Control pacientes

Cuenta Cerrar

Registro cita

PROFESIONAL:

PACIENTES:

RESONANCIA:
 No se eligió archivo

Citas
Modulo de citas

Tesis Irm

Fuente: Creación Propia.

Ilustración 47. Listado de citas.

IA IRM

Tablero de Control pacientes

Cuenta Cerrar

Lista de profesionales

los profesionales registrados podran iniciar sesion

#	PROFESIONAL	PACIENTE	RESONANCIA	EVALUAR
9	carlos Pruebas	Anderson Geovanni Bolaños Pinta		<input type="button" value="Evaluar"/>
10	carlos Pruebas	carlos Pruebas		<input type="button" value="Evaluar"/>
12	carlos Pruebas	Anderson Geovanni Bolaños Pinta		<input type="button" value="Evaluar"/>

Tesis Irm

Fuente: Creación Propia.

Ilustración 48. Resultados del posible diagnóstico.



Fuente: Creación Propia.

4.4.4 Fases de Scrum

Según Walter Lara⁹¹ dice que la metodología scrum cuenta con 5 etapas o fases las cuales son:

- Planeación del Sprint o Sprint Planning
- Reunión de equipo de Scrum o Scrum team meeting
- Refinamiento del Backlog o Backlog Refinement
- Revisión del Sprint o Sprint Review
- Retrospectiva del Sprint o Retrospective

- **Planeación del Sprint o Sprint Planning**

Según Marcelo Garcia⁹² El Sprint Planning (o planificación del Sprint) es uno de los cinco eventos de Scrum y es el primero que se hace al comenzar cada Sprint. De tal forma en el desarrollo del proyecto se cuenta con esta fase.

Para el sprint planning del presente proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes ítems para las columnas:

- **ID:** Este es el código de identificación único para cada actividad planificada.
- **Nombre de la tarea:** Este es el nombre con el que se conocerá la actividad a la hora del desarrollo.
- **Sprint:** En este campo va el código identificador del sprint al que pertenece dicha actividad.
- **Trabajo previsto:** Este es el tiempo estimado en días que puede tardar en desarrollar dicha actividad.

⁹¹ LARA Walter. ¿Cómo funciona la metodología Scrum? Qué es y sus 5 fases. 2015 [Consultado el día 25 de abril de 2022]. Disponible en <<https://platzi.com/blog/metodologia-scrum-fases/>>

⁹² GARCIA Marcelo. ¿Qué es el SPRINT PLANNING? 2020 [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en <<https://ittude.com.ar/b/scrum/que-es-el-sprint-planning/>>

Tabla 8. Sprint Planning.

ID	Nombre de tarea	Sprint	Trabajo previsto/ Estimacion inicial
VAIRM-SP1	Primer Sprint (Administrador)		24 Días
TR-01	Diseño Mockup login y navegación	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-02	Desarrollo de autenticación login y navegación	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-03	Pruebas de autenticación	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-04	Diseño Mockup gestión profesionales	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-05	Desarrollo formulario crear profesionales	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-06	Desarrollo tabla listar profesionales	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-07	Desarrollo botones actualizar y eliminar profesionales	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-08	Pruebas del CRUD profesionales	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-09	Diseño Mockup campo de trabajo IA	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-10	Desarrollo campo de trabajo IA e implementación Drag and Drop	VAIRM-SP1	3 días
TR-11	Pruebas campo de trabajo IA	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-12	Codificar el proceso KDD	VAIRM-SP1	3 días
TR-13	Selección de imágenes RM	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-14	Pre procesamiento librería keras	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-15	Implementación de modelos de IA	VAIRM-SP1	5 días
TR-16	Generar gráficos de modelo	VAIRM-SP1	1 día
TR-17	Tratamiento Transfer Learning	VAIRM-SP1	1 día
TR-18	Exportar modelo .h5	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-19	Tratamiento de nuevas imágenes RM	VAIRM-SP1	1/2 día
TR-20	Implementación curvas ROC	VAIRM-SP1	1 día
TR-21	Implementación matriz de confucion	VAIRM-SP1	1 día
TR-22	Desarrollar la opcion de ayuda del modulo	VAIRM-SP1	1 día
TR-23	Pruebas del modulo administrador	VAIRM-SP1	1 día
VAIRM-SP2	Segundo Sprint (Profesionales)		22 días
TR-24	Diseño Mockup login y navegación	VAIRM-SP2	1/2 día
TR-25	Desarrollo de autenticación login y navegación	VAIRM-SP2	1/2 día
TR-26	Pruebas de autenticación	VAIRM-SP2	1/2 día
TR-27	Diseño Mockup módulo pacientes	VAIRM-SP2	1/2 día
TR-28	Desarrollo formulario crear pacientes	VAIRM-SP2	1/2 día
TR-29	Desarrollo tabla listar pacientes	VAIRM-SP2	1/2 día
TR-30	Desarrollo botones actualizar y eliminar pacientes	VAIRM-SP2	1/2 día
TR-31	Pruebas CRUD pacientes	VAIRM-SP2	1/2 día
TR-32	Desarrollo opción registrar cita	VAIRM-SP2	2 días
TR-33	Desarrollo opción visualizar cita	VAIRM-SP2	1 día
TR-34	Desarrollo botones actualizar y eliminar cita	VAIRM-SP2	3 días
TR-35	Pruebas CRUD citas	VAIRM-SP2	1 día
TR-36	Generar vista de posible diagnóstico	VAIRM-SP2	5 días
TR-37	Generar PDF	VAIRM-SP2	3 días
TR-38	Pruebas de visualización y generación de pdf	VAIRM-SP2	1 día
TR-39	Desarrollar la opcion de ayuda del modulo	VAIRM-SP2	1 día
TR-40	Pruebas del modulo Profesionales	VAIRM-SP2	1 día

Fuente: Creación propia.

- **Reunión de equipo de Scrum o Scrum team meeting**

Según la página web SOFTENG⁹³ es una reunión diaria de cómo máximo 15 min. en la que el equipo se sincroniza para trabajar de forma coordinada. Esta definición

⁹³ SOFTENG. Proceso y roles de scrum. 2021. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en < <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum/proceso-roles-de-scrum.html>>

es muy importante, ya que estas reuniones permiten al equipo de trabajo tener un orden en cuanto al desarrollo de un proyecto, por otro lado, fue de la manera que se trabajó dentro de este proyecto, con el fin de saber lo que cada miembro del equipo hizo el día anterior, lo hará ese día y que inconvenientes había tenido.

- **Refinamiento del Backlog o Backlog Refinement**

Según la página web digité⁹⁴ este proceso es una tarea continua en la que el cliente y el equipo de desarrollo colaboran, con la finalidad de asegurar que los elementos del Product Backlog sean entendidos de la misma manera por todo el equipo de trabajo, se tenga una estimación clara del tamaño de complejidad del proyecto y ordenar según la prioridad cada tarea.

Este proceso es muy importante dentro del proyecto, ya que gracias a esta fase fue posible revisar constantemente los objetivos del backlog, dando como resultado la minimización de los riesgos a la hora de la implementación de las actividades, también se pudo ordenar el product backlog de manera correcta minimizando los riesgos de trabajar en actividades sin tener un orden adecuado.

- **Revisión del Sprint o Sprint Review**

Según la página web ComparaSoftware⁹⁵ Un Sprint Review es una reunión informal a la que asiste el equipo scrum, dando como resultado la demostración del prototipo del proyecto y la terminación de qué actividades quedaron pendientes y cuales fueron completadas a su totalidad.

- **Retrospectiva del Sprint o Retrospective**

Según Elena Bello⁹⁶ una retrospectiva, o sprint retrospective, como le llaman en la Guía de Scrum, es la práctica en la que los equipos reflexionan sobre su forma de trabajar para promover una mejora continua en lo que hacen, esto se realiza al finalizar cada sprint con el fin de mejorar la herramienta y tomar en cuenta las opiniones del equipo, fase la cual también fue cumplida dentro del desarrollo de este proyecto en las fechas de terminación de cada sprint.

⁹⁴ Digité. Refinamiento del backlog: Qué es y por qué y cómo se hace. 2022. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en <<https://www.digite.com/es/agile/refinamiento-del-backlog/>>

⁹⁵ ComparaSoftware. ¿Qué es un Sprint Review en Scrum? 2021. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en <[⁹⁶ BELLO Elena. ¿Qué es la retrospectiva agile y cómo hacer un equipo más ágil? 2021 \[Consultado el día 24 de abril de 2022\]. Disponible en <\[85\]\(https://www.iebschool.com/blog/que-es-retrospectiva-agile-scrum/#:~:text=Una%20retrospectiva%20agile%20o%20sprint,continua%20en%20lo%20que%20hacen>></p></div><div data-bbox=\)](https://blog.comparasoftware.com/que-es-un-sprint-review/#:~:text=Un%20sprint%20review%20es%20una,fueron%20terminados%20y%20cu%C3%A1les%20no.>></p></div><div data-bbox=)

5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- **Experimentos con los modelos de visión artificial**

En esta sección se llevaron a cabo la implementación de diferentes modelos de visión artificial definidos cada uno en los apartados **2.2.13**, **2.2.14**, **2.2.15** y **2.2.16**, los experimentos fueron parte fundamental dentro de la investigación, ya que fue así como se logró determinar qué modelo es más preciso a la hora de realizar una clasificación de las IRM y arrojar un posible diagnóstico de la enfermedad presente en el paciente. Por otra parte, la comparación de los modelos fue realizada con la Matriz de confusión, Curvas Roc, Accuracy y Precisión, mismos métodos que están definidos en los apartados **2.2.8**, **2.2.9** y **2.2.10**.

- **Experimentos con el modelo de redes neuronales convolucionales (CNN)**

Para este experimento se utilizó un datasets de IRM de 3.254 imágenes mismas que se encontraban etiquetadas y ordenadas por categoría, el objetivo entonces era entrenar dicho modelo, con la finalidad de ser usado para el análisis y clasificación de imágenes distintas a las usadas. Por otro lado, también se buscaba realizar la respectiva evolución del modelo para ir identificando cuál de los modelos a implementar es mejor para dicho proceso.

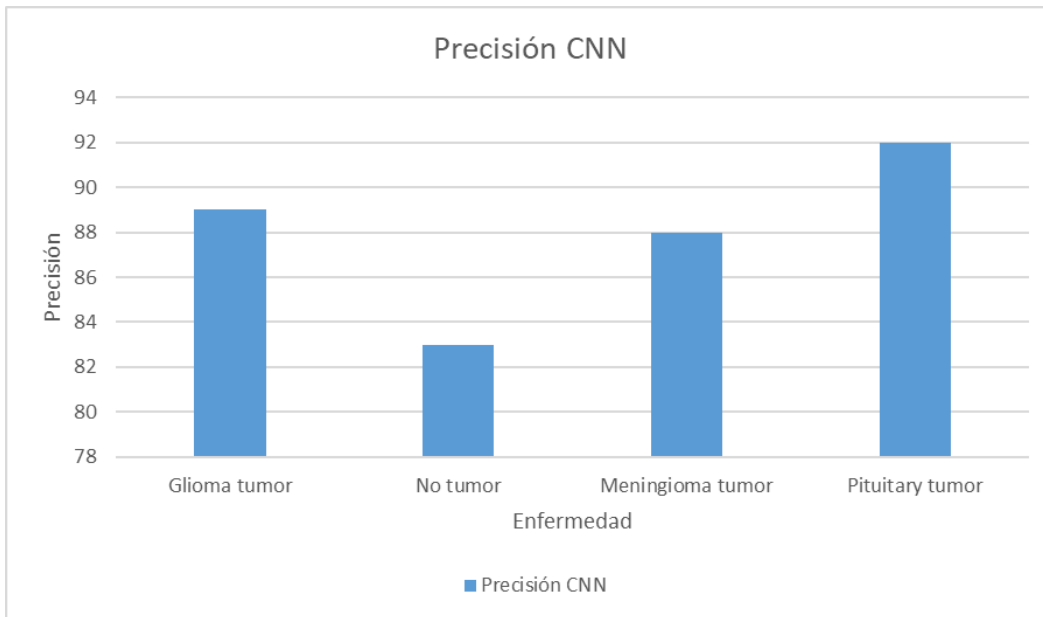
Ilustración 49. Reporte de clasificación CNN.

	precision	recall	f1-score	support
0	0.89	0.91	0.90	93
1	0.83	0.94	0.88	51
2	0.88	0.82	0.85	96
3	0.92	0.89	0.90	87
accuracy			0.88	327
macro avg	0.88	0.89	0.88	327
weighted avg	0.89	0.88	0.88	327

Fuente: Creación propia

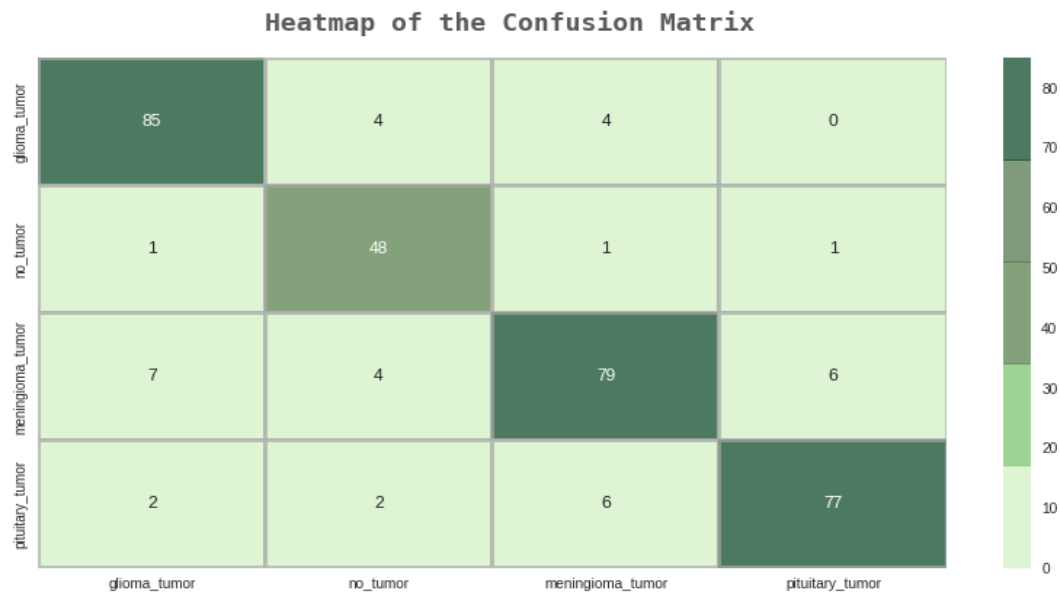
En la anterior ilustración se puede observar el reporte obtenido para las redes neuronales convolucionales, mismo que muestra el porcentaje de precisión para cada enfermedad siendo 0 glioma_tumor, 1 no tumor, 2 meningioma_tumor y 3 pituitary_tumor, dando como resultado el 92% de precisión para la enfermedad 3, es decir, que la enfermedad más fácil de identificar por este modelo es pituitary_tumor. Por otro lado, es posible observar el accuracy el cual dio un porcentaje de 88%.

Ilustración 50. Precisión modelo CNN por enfermedad.



Fuente: Creación propia.

Ilustración 51. Matriz de confusión modelo CNN.



Fuente: Creación propia

Teniendo en cuenta lo dicho por Hilera José, y Martínez Víctor, citado en el ítem **2.2.15** quienes dicen que el comportamiento de las redes neuronales depende del entrenamiento al que fueron sometidas, es posible llegar a estar de acuerdo con dicha afirmación, ya que luego de desarrollar los experimentos en este proyecto fue posible determinar como la configuración de los parámetros y un buen entrenamiento son la base fundamental para obtener buenos resultados.

- Experimento con el modelo de redes Bayesianas

Ilustración 52. Reporte de clasificación Redes Bayesianas.

```

Classification report for classifier GaussianNB():
              precision    recall  f1-score   support

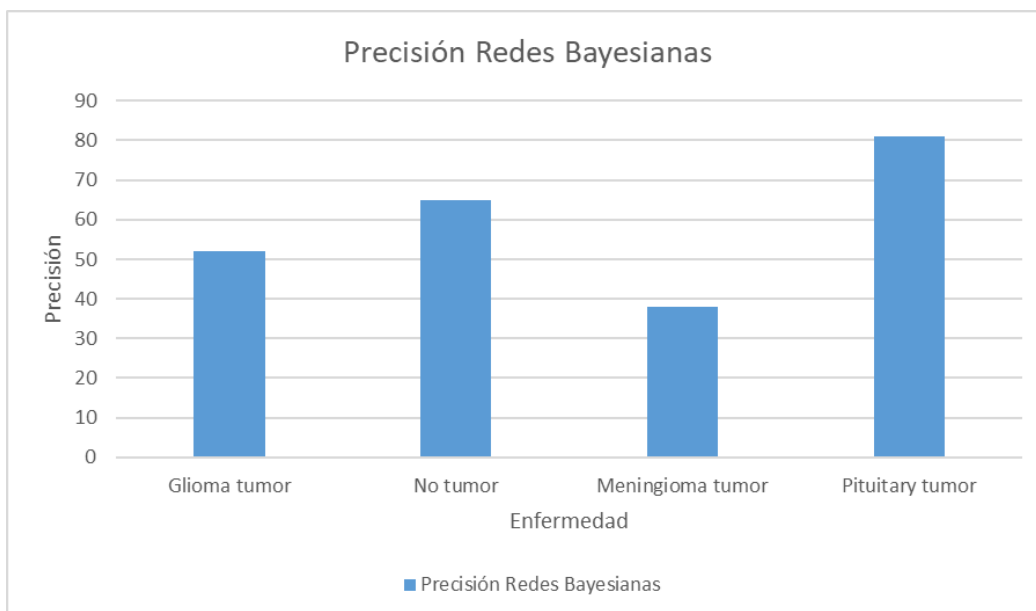
     0:       0.52         0.94         0.67         410
     1:       0.65         0.53         0.59         202
     2:       0.38         0.10         0.16         395
     3:       0.81         0.78         0.79         428

 accuracy          0.61         1435
 macro avg         0.59         0.59         0.55         1435
 weighted avg     0.59         0.61         0.56         1435
  
```

Fuente: Creación propia

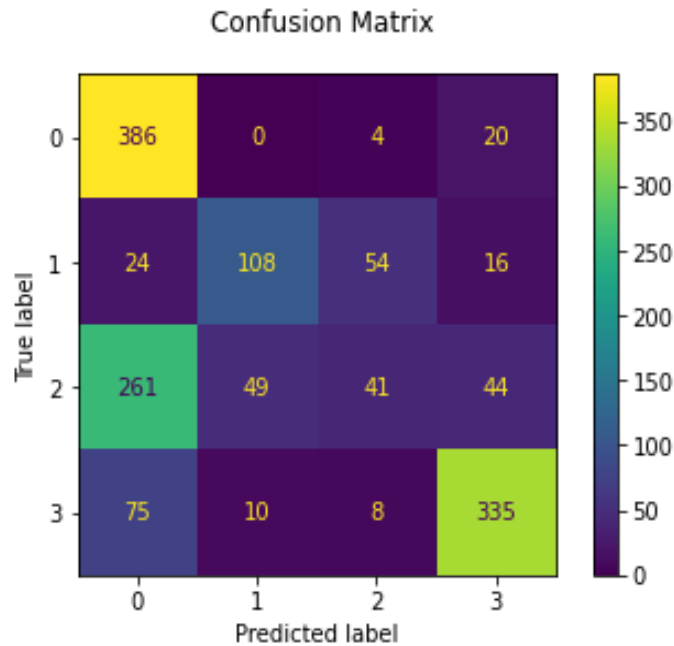
En la ilustración anterior se evidencia cómo es posible obtener un accuracy del 61% para el modelo de redes Bayesianas, dependiendo esto también de qué tipo de clasificador Bayesiano se utiliza, para este caso se usó el clasificador Gaussian Naive Bayes, mismo que arroja mejores resultados que los demás clasificadores de Bayes.

Ilustración 53. Precisión Redes Bayesianas.



Fuete: Creación propia

Ilustración 54. Matriz de confusión modelo Redes Bayesianas.



Fuente: Creación propia

Tomando como referencia a José Santie y Esteban Rojas citados en el ítem **2.2.12** donde se habla de las redes bayesianas, se está de acuerdo con que este tipo de redes posee ventajas en cuanto a los otros modelos tales como que el entrenamiento es muy rápido, ya que solo necesitan de un paso para hacerlo, pero este no es uno de los mejores modelos de clasificación o por lo menos dentro del proyecto se logró determinar esto, debido a que su porcentaje de precisión no es superior a 61%.

- **Experimento con el modelo de Support vector machine (SVM)**

Ilustración 55. Reporte de clasificación SVM.

```

Classification report for classifier SVC(C=1000, kernel='linear'):
      precision    recall  f1-score   support

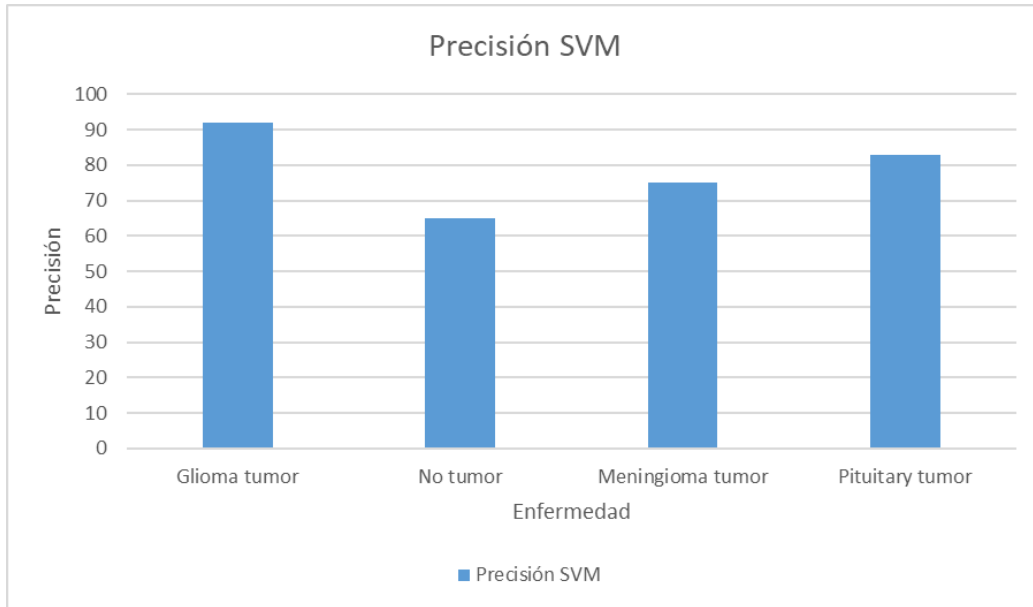
     0       0.92     0.24     0.38       100
     1       0.65     1.00     0.79       105
     2       0.75     0.97     0.84       115
     3       0.83     0.65     0.73        74

 accuracy                   0.73       394
 macro avg                   0.79     0.71     0.68       394
 weighted avg                 0.78     0.73     0.69       394
    
```

Fuente: Creación propia

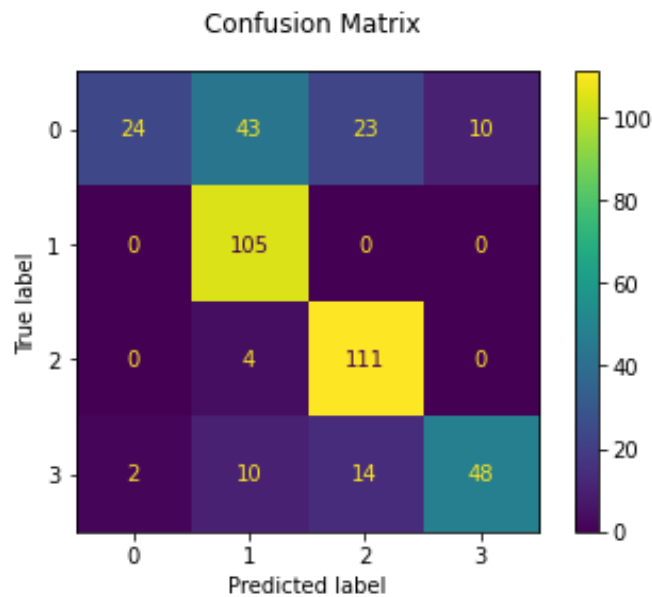
En esta ilustración se evidencia cómo las máquinas de soporte vectorial (SVM), puede llegar a ser una muy buena opción a la hora de trabajar con modelos de clasificación, ya que este arroja un muy buen porcentaje de accuracy siendo este del 73% y una precisión por enfermedad no menor al 65%.

Ilustración 56. Precisión modelo SVM.



Fuente: Creación propia.

Ilustración 57. Matriz de confusión modelo SVM.



Fuente: Creación propia

Teniendo en cuenta lo citado en el ítem **2.2.13**, se logra evidenciar que para fines de clasificación multiclase, el modelo clasificador SVM tiene un comportamiento muy bueno, pues aunque fue diseñado para clasificación binaria y con el tiempo se adaptó para multiclase, gracias a la configuración de sus parámetros se pueden obtener buenos resultados, aunque no es su punto fuerte, pues en los resultados apenas logra un 73% de precisión, rango que se encuentra por debajo para obtener un modelo confiable, pero aun así, su rendimiento es bueno.

- **Experimento con el modelo de árboles de decisión (C4.5)**

Ilustración 58. Reporte de clasificación modelo C4.5.

```

Classification report for classifier DecisionTreeRegressor():
      precision    recall  f1-score   support

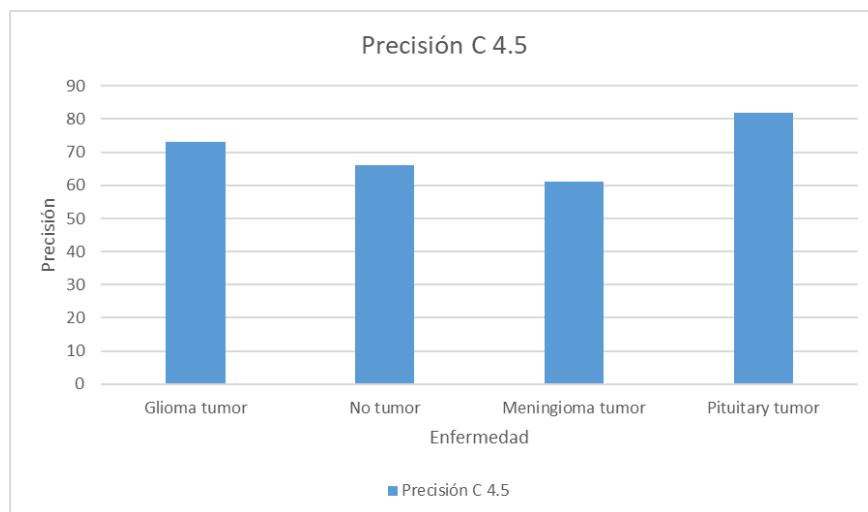
     0:   0.73     0.77     0.75     410
     1:   0.74     0.66     0.70     202
     2:   0.61     0.61     0.61     395
     3:   0.82     0.83     0.82     428

 accuracy                   0.73     1435
 macro avg   0.73     0.72     0.72     1435
 weighted avg 0.73     0.73     0.73     1435
  
```

Fuente: Creación propia

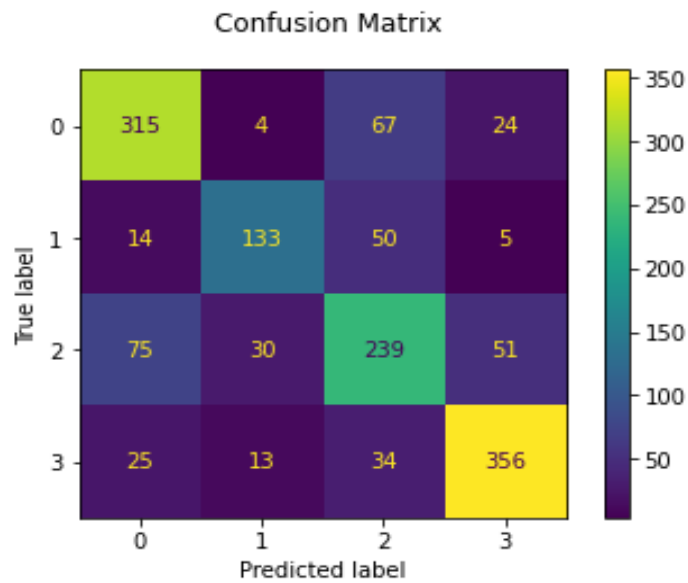
Para el modelo C 4.5 se observa que se obtiene un accuracy similar al modelo SVM siendo este de 73%, pero están un poco por debajo en la precisión por enfermedad, ya que en la ilustración anterior se observa que el rango del porcentaje de precisión oscila entre el 61% y el 82%, no siendo estos malos resultados, pero tampoco los mejores.

Ilustración 59. Precisión modelo C4.5.



Fuente: Creación propia

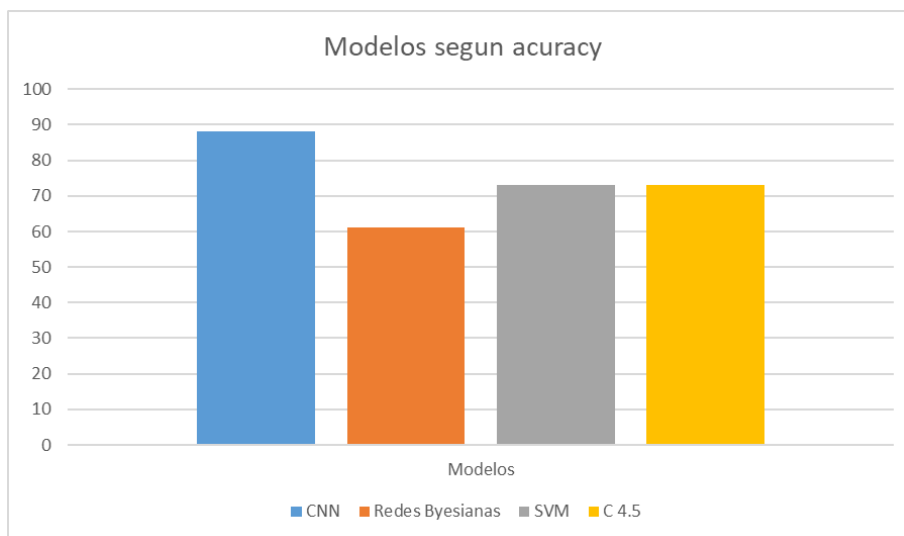
Ilustración 60. Matriz de confusión modelo C4.5.



Fuente: Creación propia

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por IBM con su sistema Cognos Analytics, citado en el numeral **2.2.14**, es posible evidenciar como también usando un clasificador de árboles de decisión para clasificar IRM, se obtienen resultados deseables, por lo que este clasificador puede llegar a ser una muy buena opción en el campo de la IA, mas no el más efectivo; por ende, dentro del proyecto fue posible determinar, cuál es el mejor modelo a implementar luego de los diferentes experimentos.

Ilustración 61. Comparación de precisión entre modelos.



Fuente: Creación propia.

La *ilustración 61* representa la comparación de los resultados obtenidos por cada uno de los modelos implementados, misma en la que es posible observar que el modelo que tiene mejores resultados como clasificador de IRM, son las redes neuronales convolucionales, dando como accuracy un 88%, superando así a los otros 3 modelos; para los modelos SVM y C4.5 se obtiene un accuracy de 73%, pero con grandes diferencias en los porcentajes obtenidos por cada enfermedad, tal como se puede apreciar en las *ilustraciones 55 y 58*. También, es posible evidenciar que el modelo con menor porcentaje de accuracy fue, las redes bayesianas dando como resultado 61%, teniendo en cuenta que fue usado el clasificador bayesiano Gaussian Naive Bayes, mismo que después de probar los otros existentes dio mejores resultados. Por lo anterior, se logró determinar que el mejor modelo para trabajar dentro del proyecto es CNN.

6 CONCLUSIONES

- Los modelos de clasificación utilizan parámetros que pueden llegar a mejorar el modelo, como lo es el caso de las redes neuronales convolucionales (RNC) que, gracias a la configuración de las épocas, tamaño de lote, función de pérdida, optimizador y la división de validación se puede mejorar y obtener una mejor precisión a la hora de clasificar imágenes.
- La integración del framework Django, mismo que está basado en el lenguaje de programación Python, ha sido la clave para el desarrollo de la herramienta, ya que los modelos de visión artificial utilizan librerías las cuales se encuentran desarrolladas en Python, facilitando así su uso e implantación.
- El mejor modelo de visión artificial para la clasificación de enfermedades son las redes neuronales convolucionales, ya que estas en conjunto con el complemento EfficientNet B0 es posible predecir la posible enfermedad con un margen de error más bajo que los demás modelos implementados.
- Las máquinas de soporte vectorial pueden llegar a ser otra muy buena opción cuando se piensa trabajar con modelos de clasificación, ya que este arroja buenos resultados en la predicción de imágenes, siendo así el segundo modelo con mejores resultados obtenidos dentro del proyecto, esto es posible obtenerlo gracias a la configuración de sus parámetros como lo es el kernel.

7 RECOMENDACIONES

- Debido a la naturaleza de la investigación, donde fue necesario investigar a profundidad sobre los modelos de clasificación y visión artificial, se cree necesario fomentar en el grupo estudiantil cuán importante es entender la base de cualquier investigación.
- La visualización de la herramienta para clasificación de imágenes es un poco limitada, por lo que se recomienda implementar más modelos de clasificación de imágenes con la finalidad de poder analizar si los otros modelos existentes pueden ser mejores que los ya implementados.
- La herramienta desarrollada en el *framework* Django es de fácil escalabilidad, por lo que es fácil la implementación de nuevos modelos de visión artificial y que cumplan con las funciones del proceso KDD, es decir que la investigación e implementación de nuevos modelos puede quedar en manos de otros estudiantes del programa de ingeniería de sistemas.
- Esta herramienta puede ser aplicada con diferentes tipos de imágenes, con el fin de encontrar patrones, clasificar o predecir algo según el caso que se desee, esto gracias a la implementación de las técnicas de visión artificial y sus modelos de clasificación.

BIBLIOGRAFÍA

- ABELLÁN Encarna. Scrum: qué es y cómo funciona esta metodología. 2020. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en <https://www.wearemarketing.com/es/blog/metodologia-scrum-que-es-y-como-funciona.html>
- ADEXT IA, que es machine learning, [en línea]. 2018, disponible en: <https://blog.adext.com/machine-learning-guia-completa/>
- AGUIRRE, Romina. Estudio de la función cerebral a partir de una nueva técnica de imagen: “la resonancia magnética funcional” [Recurso en línea]. 2006. [Consultado el 17 de junio de 2020]. Disponible en [http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006-%20Alumnos%20P.F.I/\(RMN\)%20AGUIRRE%20ROMINA%20CECILIA.pdf](http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006-%20Alumnos%20P.F.I/(RMN)%20AGUIRRE%20ROMINA%20CECILIA.pdf)
- AGUIRRE, Romina. PROYECTO FINAL INTEGRADOR PARA EL TÍTULO DE TÉCNICO UNIVERSITARIO EN DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES ESTUDIO DE LA FUNCIÓN CEREBRAL A PARTIR DE UNA NUEVA TECNICA DE IMAGEN: “LA RESONANCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL”.2006. Disponible en: [http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006-%20Alumnos%20P.F.I/\(RMN\)%20AGUIRRE%20ROMINA%20CECILIA.pdf](http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006-%20Alumnos%20P.F.I/(RMN)%20AGUIRRE%20ROMINA%20CECILIA.pdf)
- ALVAREZ CEDILLO, Jesús Antonio, ALVAREZ Sánchez, Teodoro, SANDOVAL Gómez, Raúl Junior y AGUILAR FERNANDEZ, Mario. La exploración en el desarrollo del aprendizaje profundo. PASEO. Rev. Iberoam. Investig. Desarro. Educ [en línea]. 2019, vol.9, n.18, pp.833-844. ISSN 2007-7467. Disponible en la dirección electrónica: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-74672019000100833&script=sci_abstract&tlng=en
- ARENAS, Guillermo. Inteligencia artificial al servicio de la medicina: así ayuda a conseguir diagnósticos más certeros. En EL PAIS [Periódico internacional]. [Citado el 10 de septiembre de 2021]. Disponible en <<https://elpais.com/sociedad/siempre-innovando/2021-09-10/inteligencia-artificial-al-servicio-de-la-medicina-asi-ayuda-a-conseguir-diagnosticos-mas-certeros.html>>

ARTHRITIS Foundation, ¿Qué es la IRM? Disponible en: <http://espanol.arthritis.org/espanol/la-artritis/tengo-artritis/pruebas-laboratorio/tengo-artritis-pruebas-laboratorio-irm/>

BARRIOS ARCE, Juan Ignacio. La matriz de confusión y sus métricas. En BIG DATA, Ciencias de datos, Informática Médica, Inteligencia Artificial, machinelearning [Recurso en línea]. [Consultado el 02 de diciembre de 2020]. Disponible en: < <https://www.juanbarrios.com/la-matriz-de-confusion-y-sus-metricas/>>

BENÍTEZ, ESCUDERO, KANAAN, MASIP, Raúl. Gerard. Samir. David. Inteligencia artificial avanzada [Sitio web], ciudad: Gran Vía de les Corts Catalanes, UOC, 2014. Disponible en < <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=eT7ABAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=inteligencia+artificial&ots=9x8Gi15ICn&sig=ZWJxAktLsA5ISA g4GTvjJs4mre0#v=onepage&q&f=true>>

BELTRÁN RAMÍREZ, Raúl, MACIEL ARELLANO, Rocío, JIMÉNEZ ARÉVALO José. Ecuador 2014. La tecnología y la inteligencia artificial como futuro en el área médica. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5968416>

BELLO Elena. ¿Qué es la retrospectiva agile y cómo hacer un equipo más ágil? 2021 [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en < <https://www.iebschool.com/blog/que-es-retrospectiva-agile-scrum/#:~:text=Una%20retrospectiva%20agile%2C%20o%20sprint,continua%20en%20lo%20que%20hacen>>

BRAIN Tumor Classification (MRI). Pantallazo. [Digital]. [Consultado el 02 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.kaggle.com/sartajbhuvaji/brain-tumor-classification-mri>

CAICEDO, Oswin Humberto, ALDANA, Cesar Augusto, HERNÁNDEZ Suarez Cesar. Resonancia magnetica funcional: evolución y avances en clinicas . San Juan de Pasto. 2009. pág. 1. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/download/6672/8255/>

CAPITULO1. Introducción al reconocimiento de patrones [Recurso en línea]. [Citado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en < http://profesores.fi-b.unam.mx/ana/APUNTES_RP/capitulo1.pdf>

CAPURRO Daniel & RADA Gabriel. El proceso diagnóstico. Rev. méd. Chile v.135 n.4 Santiago. 2007, 2p. Disponible en la dirección electrónica: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872007000400018

CIARDUÑO Silvana. Cómo interpretar las Imágenes de Resonancia Magnética. Radiología 2.0. 2019. Disponible en la dirección electrónica: <https://www.radiologia2cero.com/como-interpretar-imagenes-rm/>

CIENCIA&DATOS. Introducción al Machine Learning: una guía desde cero [Recurso en línea]. 06 de febrero de 2019. [Consultado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en < <https://medium.com/datos-y-ciencia/introduccion-al-machine-learning-una-gu%C3%ADa-desde-cero-b696a2ead359>>

CINCINNATI CHILDREN´S. IRM (imágenes por resonancia magnética) [Recurso en línea]. 2020. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.cincinnatichildrens.org/espanol/temas-de-salud/alpha/i/irm>

CLINICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA. Diccionario medico [Recurso en línea]. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en < <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/hipointenso#:~:text=adj.,de%20referencia%20para%20un%20tejido.>>

Compara Software. ¿Qué es un Sprint Review en Scrum? 2021. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en < <https://blog.comparasoftware.com/que-es-un-sprintreview/#:~:text=Un%20sprint%20review%20es%20una,fueron%20terminados%20y%20cu%C3%A1les%20no.>>

Cognos Analytics. Árbol de clasificación. 2021. [Recurso en línea]. [Citado el día 28 de abril de 2022]. Disponible en < <https://www.ibm.com/docs/es/cognos-analytics/11.1.0?topic=tests-classification-tree>>

CORONEL YUJRA, Julio Cesar. Inteligencia Artificial – Reseña histórica. En Inteligencia Artificial – Reseña histórica [Recurso en línea]. [Citado el día 14 de noviembre del 2020]. Disponible en <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rits/n1/n1a02.pdf>

CLINICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA. Diccionario medico [Recurso en línea]. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en < <https://www.cun.es/diccionariomedico/terminos/hipointenso#:~:text=adj.,de%20referencia%20para%20un%20tejido.>>

- DIAZ NOVAS, José. GALLEDO MACHADO, Barbara. LEON GONZALES, Aracelys. El diagnóstico médico: bases y procedimientos. En: Ren cubana Med Gen Integr. [Recurso en línea]. [Citado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en < <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v22n1/mgi07106.pdf>>
- Digité. Refinamiento del backlog: Qué es y por qué y cómo se hace. 2022. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en <<https://www.digite.com/es/agile/refinamiento-del-backlog/>>
- DJANGO. El framework web para perfeccionistas con plazos. 2022. Recurso en línea. [Consultado el 26 de abril de 2022]. Disponible en <<https://www.djangoproject.com/start/overview/>>
- DUQUE MIRANDA, Juan. Segmentación de la próstata en imágenes de resonancia magnética mediante técnicas de inteligencia artificial. [En línea] Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2021xi, 29 páginas [Fecha consulta: 28 de marzo 2022] Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81179>
- ECURED. Algoritmo de búsqueda [Recurso en línea]. [Consultado el día 14 de noviembre de 2020]. Disponible en https://www.ecured.cu/Algoritmo_de_b%C3%BAsqueda
- EDITIONS ENI. Inteligencia artificial para desarrolladores – conceptos e implementación en C# [Recurso en línea]. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.ediciones-eni.com/open/mediabook.aspx?idR=6d7e746f6a1fe07834a44f834c84d6ba>
- Estadística y machine learning con R. 6 métodos de clasificación. [Recurso en línea]. [Consultado el 02 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://bookdown.org/content/2274/metodos-de-clasificacion.html>
- EMMA DOMÍNGUEZ ALONSO, ROBERTO GONZÁLEZ SUAÁRES Análisis de las curvas receiver-operating characteristic: un método útil para evaluar procedimientos diagnósticos [Recurso en línea]. [Citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532002000200010
- EXPÓSITO GALLARDO, María del Carmen. ÁVILA ÁVILA, Rafael. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la Medicina: perspectivas y problemas [recurso en línea]. 2008. [consultado el 18 de mayo de 2020]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008000500005
- FOS GUARINOS, Belén. Diseño de técnicas de visión artificial aplicadas a imágenes médicas de rayos x para la detección de estructuras anatómicas de los pulmones y sus alteraciones. España. 2016 disponible en:

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70103/73657675Z_TFG_14733814699245714722695301721227.pdf?sequence=2&isAllowed=y

GARRIDO PASCUAL, Angela. Análisis de imágenes de resonancia magnética para la detección de Alzheimer. España. 2018 disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82845/TFG-2049-GARRIDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GARCIA Brenda, ESTRADA Jesús, concepto de análisis de imágenes. 2015. Disponible en: https://prezi.com/j8n7uv_6ya-w/concepto-de-analisis-de-imagen/

GARCIA, Eloi. Visión artificial. [en línea]. Disponible en: [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Diseno_de_interaccion/Diseno_de_interaccion_\(Modulo_5\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Diseno_de_interaccion/Diseno_de_interaccion_(Modulo_5).pdf)

GARCIA Marcelo. ¿Qué es el SPRINT BACKLOG? 2020 [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en < <https://ittude.com.ar/b/scrum/que-es-el-sprint-backlog/>>

GAVIRIA, Rogger. MARIN, Crithian. Sistema de inspección y clasificación de hojas de plantas medicinales por medio de visión artificial. Cali. 2018 disponible en https://red.uao.edu.co/handle/10614/1/browse?rpp=55&offset=8555&etal=25&sort_by=1&type=title&starts_with=T&order=ASC

GESTAL POSE, Marcos. Introducción a las redes de neuronas artificiales [Recurso en línea]. Ciudad: La coruña. [Citado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en < https://www.researchgate.net/publication/242099672_Introduccion_a_las_Redes_de_Neuronas_Artificiales>

GOBIERNO DE ESPAÑA. Aplicación práctica de la visión artificial en el control de procesos industriales. Unión Europea – Fondo Social Europeo. 2012. Disponible en la dirección electrónica: http://visionartificial.fpcat.cat/wp-content/uploads/UD_1_didac_Conceptos_previos.pdf

GOMEZ RIOS, Anabel. LUENGO, Julian. TABIK, Siham. HERRERA, Francisco. Redes neuronales convolucionales para una precisión precisa de imágenes de corales. [Recurso en línea]. [Citado el día 02 de diciembre de 2020], Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/331206797_Red_Neuronales_Convolucionales_para_Una_Clasificacion_Precisa_de_Imagenes_de_Corales>

GONZALEZ Jorge, QUIROZ Vladimir, determinación de tiempo de respuesta de un sistema electrónico. 2010. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es>

GONZALEZ Ligdi. Aprendizaje Supervisado: Support Vector Machine. 2018 [Recurso en línea]. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://aprendeia.com/aprendizaje-supervisado-support-vector-machine/>>

HERNANDEZ Luis, ¿para que aprender visión artificial? [en línea]. 2015. Disponible en: <https://programarfacil.com/blog/vision-artificial/aprender-vision-artificial/>

HILERA GONZÁLES, José Ramón. MARTINEZ HERNANDO, José Víctor. Redes neuronales artificiales fundamentos, modelos y aplicaciones [Recurso en línea]. Ciudad: Madrid. Addison-wesley iberoamericana, 1995. [Citado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en https://www.academia.edu/39737539/REDES_NEURONALES_ARTIFICIALES_FUNDAMENTOS_MODELOS_Y_APLICACIONES

HURTADO CONADO, Diagnóstico médico. En: Biociencias. [Recurso en línea]. [Citado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5646110.pdf>

HUBENS, Nathan. Introducción al autoencoder. 08 de mayo de 2018. [Consultado el 02 de diciembre de 2020]. Disponible en <https://www.deeplearningitalia.com/introduzione-agli-autoencoder-2/>

HURTADO CONADO, Diagnóstico médico. En: Biociencias. [Recurso en línea]. [Citado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5646110.pdf>

IBM. ¿Qué es Machine Learning? 2020. 3p. Disponible en la dirección electrónica: https://www.ibm.com/ar-es/analytics/machine-learning?p1=Search&p4=43700052827921639&p5=b&cm_mmc=Search_Google_-_1S_1S_-LA_ISA_-_%2Bmachine%20%2Blearning_b&cm_mmca7=71700000065289299&cm_mmca8=aud-309367918490:kwd-26527633773&cm_mmca9=EAlalQobChMlutO0oJCF7AIVAo_ICh2vqQi-EAAYASAAEgLSGPD_BwE&cm_mmca10=451404725024&cm_mmca11=b&gclid=EAlalQobChMlutO0oJCF7AIVAo_ICh2vqQi-EAAYASAAEgLSGPD_BwE&gclsrc=aw.ds

IGNACIO BARRIOS.MD MSc D Sc. La matriz de confusión y sus métricas [Recurso en línea]. [Citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en <https://www.juanbarrios.com/la-matriz-de-confusion-y-sus-metricas/>

IÑAKI, LADRERO, Deep Learning: qué es y cómo se está usando. [en línea].2018. disponible en: <https://www.baoss.es/que-es-deep-learning-usos/>

- INLABFIB. Plataforma para hacer competencias de inteligencia artificial [Recurso en línea]. [Consultado el 01 de junio de 2021]. Disponible en <https://inlab.fib.upc.edu/es/blog/plataforma-para-hacer-competitions-de-inteligencia-artificial>
- INNOVATION, Atria, la visión artificial. [en línea]. 2020. Disponible en: <https://www.atriainnovation.com/vision-artificial-ventajas-aplicaciones/>
- JARA Ignacio y OCHOA Juan. Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación. BID. 2020. [en línea]. Disponible en la dirección electrónica: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Usos-y-efectos-de-la-inteligencia-artificial-en-educacion.pdf>
- KAGGLE. Kaggle de principiante a Grandmaster en español [Recurso en línea]. 09 de junio de 2019. [Consultado el 01 de junio de 2021]. Disponible en <https://www.kaggle.com/macespinoza/kaggle-de-principiante-a-grandmaster-en-espa-ol>
- KEEPCODING. ¿Qué son los Datasets y dónde conseguirlos? [Recurso en línea]. 2021. [Consultado el 21 de junio de 2021]. Disponible en <https://keepcoding.io/blog/que-son-datasets/>
- KDD (KNOWLEDGE DISCOVERY IN DATABASES): Un proceso centrado en el usuario Héctor Oscar Nigro, Daniel Xodo, Gabriel Corti, Damián Terren INCA/INTIA - Departamento de Computación y Sistemas. Facultad de Ciencias Exactas - UNICEN – Tandil. 2020. [en línea]. Disponible en la dirección electrónica: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21220/Documento_completo.pdf?sequence=1
- LARA Walter. ¿Cómo funciona la metodología Scrum? Qué es y sus 5 fases. 2015 [Consultado el día 25 de abril de 2022]. Disponible en <https://platzi.com/blog/metodologia-scrum-fases/>
- LANDA, Javier. Tratamiento de los datos [Recurso en línea]. 19 de febrero de 2016. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <http://fcojlanda.me/es/ciencia-de-los-datos/kdd-y-mineria-de-datos-espanol/>
- LEON Tatiana, ¿Qué es el diagnóstico clínico y cuál es su importancia? [en línea]. 2018. Disponible en: <https://noticias.utpl.edu.ec/que-es-el-diagnostico-clinico-y-cual-es-su-importancia>
- LIBRO ONLINE DE IAAR. Introducción al Machine Learning [Recurso en línea]. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://iaarbook.github.io/deeplearning/>

- LÓPEZ ESPINOZA Jonathan Nabor. Concurso olacefs. Las efs y la utilización de nuevas tecnologías para detectar fraudes financieros. Contraloría General de la República de Chile. [en línea]. 2019, Disponible en la dirección electrónica: <https://www.olacefs.com/wp-content/uploads/2019/10/Primer-Premio-Jonathan-Nabor-L%C3%B3pez-Espinoza-EFS-Chile.pdf>
- LONDOÑO, Verónica. MARIN, Jhovana. ARANGO, Eliana. Medellín 2013. Introducción a la Visión Artificial mediante Prácticas de Laboratorio Diseñadas en Matlab disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5063040>
- MACHACADO Rojas, A. M...., & APARICIO Pico, L. E. (2021). Técnicas de inteligencia artificial aplicadas al análisis de imágenes diagnóstico. Eco Matemático, 12 (2), 100-111 [Citado el 25 de marzo de 2022]. Disponible en <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ecomatematico/article/view/3237/3606>
- MACHINE LEARNING. Machine Learning. En: regresión lineal [Recurso en línea]. [Citado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://data.unimooc.com/materiales-cursos/machine-learning/Machine-Learning-5.pdf>
- MACHINE LEARNING. Machine Learning. En: aprendizaje no supervisado [Recurso en línea]. [Citado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en < <https://data.unimooc.com/materiales-cursos/machine-learning/Machine-Learning-7.pdf>>
- MARTINEZ, Jesus. Toma un atajo con ResNets. 2019. [Consultado el día 02 de diciembre de 2020]. Disponible en <https://datasmarts.net/es/toma-un-atajo-con-resnets>
- MAYO Clinic. Resonancia Magnética [Recurso en línea]. 2021 [Consultado el 20 de abril de 2022]. Disponible en < <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/mri/about/pac-20384768>
- MEDLINE PLUS. Información de salud para usted. No invasivo [Recurso en línea]. 2020. [Consultado el 26 de octubre de 2020]. Disponible en <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002269.html>
- MIKE. ¿Qué es el Transfer Learning? En DataScientest [sitio web] 06 de enero de 2022. [Consultado el 28 de marzo de 2022]. Disponible en < <https://datascientest.com/es/que-es-el-transfer-learning#:~:text=%E2%80%9CEI%20Transfer%20Learning%2C%20o%20a%20prendizaje,el%20crecimiento%20del%20Deep%20Learning.>>

- MIRANDI, Fernando. Visión artificial [Recurso en línea]. [Citado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/computer_vision.pdf>
- MORALES, Edison Rene. Apoyo en la gestión y desarrollo de las labores de mantenimiento a equipos biomédicos en la clínica Fátima S.A. San Juan de Pasto. 2013 disponible en: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89455.pdf>
- NIEBLES, Juan Carlos. Inteligencia artificial en todo y para todos. En Revista Digital Universitaria [revista académica en línea], vol. 21, no 1 (2020). [Consultado el 04 de junio de 2020]. Disponible en <http://www.revista.unam.mx/category/universidades/>
- NIH. Magnetic Resonance Imaging (MRI) [recurso en línea]. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en < <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/magnetic-resonance-imaging-mri>>
- OBANDO, Jonathan, concepto de teoría de colas. 2012. [Recurso en línea]. [Consultado el 02 de diciembre de 2020]. Disponible en: <http://tataningenieria.blogspot.com/2012/09/conceptos-teoria-de-colas.html>
- PALOMA RECUERDO DE LOS SANTOS, Machiné Learning a tu alcance: La matriz de confusión [Recurso en línea]. [Citado el 22 de abril de 2022]. Disponible <https://empresas.blogthinkbig.com/ml-a-tu-alcance-matriz-confusion/>
- PALMER, Alfonso. MONTAÑO, Juan. JIMENEZ, Rafael. Tutorial sobre redes neuronales artificiales: el perceptrón multicapa. En: Revista electrónica de psicología. [Recurso en línea]. Vol.5. No.2 (2001); p 1137-8492. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/331640802_Tutorial_sobre_Redese_Neuronales_Artificiales_El_Perceptron_Multicapa>
- Programa ingeniería de sistemas. Formato líneas de investigación A-2020. San Juan de Pasto: universidad CESMAG. 2020. p.1 disponible en: <https://www.unicesmag.edu.co/>
- PINO, GÓMEZ, MARTÍNEZ, Raúl. Alberto. Nicolas. Introducción a la inteligencia artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva. [Recurso en línea], ciudad: España. Universidad de Oviedo, servicio de publicaciones. [Citado el día 14 de noviembre de 2020]. Disponible en https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=RKqLMCw3IUkC&oi=fnd&pg=PA10&dq=inteligencia+artificial&ots=iHDDiYA07U&sig=xGoYIOO3OCXkEWA_rmC2HrKckXo#v=onepage&q&f=true

- POSGRESQL. PostgreSQL: la base de datos relacional de código abierto más avanzada del mundo. 2022. Recurso en línea. [Consultado el 26 de abril de 2022]. Disponible en <<https://www.postgresql.org/>>
- QUIJANO, Armando. Guía de Investigación Cuantitativa. Institución Universitaria CESMAG. Parte 2. Pág 76.
- RADIOLOGYINFO.ORG. Magnetic Resonance Imaging (MRI) Safety [Recurso en línea]. 20 de febrero de 2020. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=safety-mr>
- RADIOLOGIA 2.0. Como interpretar las imágenes de resonancia magnética [Recurso en línea]. 21 de febrero de 2019. [Consultado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://www.radiologia2cero.com/como-interpretar-imagenes-rm/>
- RAJESHWAR Dass. Técnicas de reconocimiento de patrones: una revisión. Universidad de Ciencia y Tecnología. 2018. Disponible en la dirección electrónica:
https://www.researchgate.net/publication/327906835_Pattern_Recognition_Techniques_A_Review
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española [Recurso en línea]. 2020. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <<https://dle.rae.es/heur%C3%ADstico>>
- REQUENA Abraham. Qué es un Sprint de Scrum. 2018 [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en <https://openwebinars.net/blog/que-es-un-sprint-scrum/>
- RODRIGUEZ DOMINGUEZ, Carlos. Ingeniería informática [Recurso en línea]. [Citado el día 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <<ftp://decsai.ugr.es/pub/usuarios/castro/Actividades/Redes-Neuronales/Faqs/faq.pdf>>
- RODRÍGUEZ M IVÁN. Inteligencia computacional aplicada a la segmentación de imágenes de resonancia magnética cerebral para diagnóstico y tratamiento médico. [Citado el día 25 de marzo de 2022]. Disponible en <http://revistas.unachi.ac.pa/index.php/pluseconomia/article/view/26/154>
- SANTIESTEBAN José. Definición de Redes Bayesianas y sus aplicaciones. 2012 [Recurso en línea]. [Consultado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://vinculando.org/articulos/redes-bayesianas.html>

SALAZAR CAMPOS, Orlando. SALAZAR CAMPOS, Johonathan. MENACHO, Danny. MORALES, Diego. AREDO, Víctor. Improvement of the classification of green asparagus using a Computer Vision System. BRASIL. 2018. disponible en: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1981-67232019000100413 &script=sci_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1981-67232019000100413&script=sci_arttext)

SERNA, Edgar. Desarrollo e innovación en ingeniería [Recurso en línea]. Ciudad: Medellín. Instituto Antioqueño de Investigación, 2017. [Citado el día 15 de noviembre de 2020]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/331498946_Principios_y_caracteristicas_de_las_redes_neuronales_artificiales

SHARP, CORP, Merck, Dohme. Resonancia magnética [Recurso en línea]. 2019. [Consultado el 26 de octubre de 2020]. Disponible en <https://www.msmanuals.com/es-co/professional/temas-especiales/principios-de-estudios-por-la-imagen-radiol%C3%B3gicas/resonancia-magn%C3%A9tica>

Scikit-learn. Árboles de decisión. [Recurso en línea]. [Citado el día 28 de abril de 2022]. Disponible en < <https://scikit-learn.org/stable/modules/tree.html>>

SOFTENG. Proceso y roles de scrum. 2021. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en < <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum/proceso-roles-de-scrum.html>>

SOLER, Lali. Inteligencia Artificial. EURECA. Barcelona, 2019. [en línea]. Disponible en la dirección electrónica: <http://www.forumambiental.org/wp-content/uploads/2019/06/Lali-Soler-Inteligencia-artificial.pdf>

SUAREZ CUENCA, Jorge Juan. Desarrollo de un sistema de diagnóstico asistido por computador para detección de nódulos pulmonares en tomografía computarizada multicorte [Recurso en línea], ciudad: Santiago de Compostela. Universidad de Santiago de Compostela. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. 2009. [citado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/2594>

SCRUM Mexico. Escribiendo Historias de Usuario. 2018. [Consultado el día 24 de abril de 2022]. Disponible en < <https://scrum.mx/informate/historias-de-usuario>>

TIMARAN PEREIRA, S. HERNANDES ARTEAGA, I. CAICEDO ZAMBRANO, S. HIDALGO TROYA, A. ALVARADO PEREZ, J. El proceso de descubrimiento de conocimiento de bases de datos [Recurso en línea]. [Citado el 15 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://ediciones.ucc.edu.co/index.php/ucc/catalog/download/36/40/230-1?inline=1>

UNESCO. Educational, Scientific and Cultural Organization. Concept Note. International. Conference on Artificial Intelligence and Education Planning Education in the AI Era: Lead the Leap. Beijing, China. 2019. disponible en: <https://en.unesco.org/themes/ict-education/ai-education-conference-2019>

VALENCIA Victoria, Revisión documental en el proceso de investigación. [Consultado el 29 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/1000/1771/1771.pdf>

VALLE BENAVIDEZ, ANA ROCÍO, Curvas Roc Receiver Operating Characteristic y sus aplicaciones métricas [Recurso en línea]. [Citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/63201/Valle%20Benavides%20Ana%20Roc%20del%20TFG.pdf>

VECTOR ITC GROUP. Inteligencia artificial. En: presente pasado y futuro [Recurso en línea]. [Citado el 14 de noviembre de 2020]. Disponible en https://www.ucavila.es/images/files/GuiaAcademica/18-19/titPropios/IA/Informe_IA.pdf

WOLF, Antonio Navarro. ARTEGA TORRES, Ana Belén. Programa de reorganización, rediseño y modernización de las redes de prestación de servicios de salud del departamento de Nariño. San Juan de Pasto. 2008. disponible en: http://idsn.gov.co/site/web2/images/documentos/planeacion/2019/INFORME_RENDICION_DE_CUENTAS_IDS_N_Versi%3%B3n_Final.pdf

YUICHIRO, Anzai, Department of Electrical Engineering Keio University, Yokojama Japan. disponible en: <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=3RxQmtJnH5YC&oi=fnd&pg=PP1&dq=pattern+recognition+and+machine+learning&ots=MBAup6vt2P&sig=s3YGb-Krzc0UnjWqHaQ2OR5Xx0#v=onepage&q=pattern%20recognition%20and%20machine%20learning&f=false>

ANEXOS

Anexo A. Plataforma Kaggle.

The screenshot shows the Kaggle home page for user Anderson Bolaños. The left sidebar contains navigation options: Home, Compete, Data, Notebooks, Communities, Courses, and More. Below these are 'Recently Viewed' items: Structural MRI Dataset..., MRI and Alzheimers, IRMA X-ray dataset, and Novel Corona Virus 20... At the bottom of the sidebar is 'View Active Events'. The main content area features a search bar at the top, a welcome message for Anderson Bolaños, and a featured notebook by Yogesh Tak titled 'Exercise: Your First Machine Learning Model'. The notebook is a Python Notebook on multiple data sources, 29s to run, 119 lines, and 35k views. Below the notebook is a 'View Comments' section with an 'Add a comment' button. On the right, there is a user profile for Anderson Bolaños, a 'Novice' skill level indicator, and a 'Jobs' section with a plus sign. Below the jobs section are several community recommendations: Gradient Metrics, PharmaPartners, Oosterhout, N..., Bending Spoons, Milan, Lomba..., and GoPro, Paris, Île-de-France, Fr...

The screenshot shows the Kaggle dataset page for 'Structural MRI Datasets (T1, T2, FLAIR etc.)'. The left sidebar is identical to the previous screenshot, with 'Data' highlighted. The main content area features a search bar at the top, a dataset card for 'Structural MRI Datasets (T1, T2, FLAIR etc.)' by user iknurlicke, updated a year ago (Version 2). The dataset card includes a 'Download (189 MB)' button and a 'New Notebook' button. Below the dataset card is a 'Usability 6.3' rating and 'Tags' for earth and nature, education, software, and healthcare. The 'Description' section is partially visible, showing a 'Context' section with text about the data source (Coursera Course: Neurohacking In R) and a 'Content' section with the text 'Structural MRI images for visualization and image processing'.

kaggle

- Home
- Compete
- Data**
- Notebooks
- Communities
- Courses
- More

Recently Viewed

- Structural MRI Dataset...
- MRI and Alzheimers
- IRMA X-ray dataset
- Novel Corona Virus 20...

View Active Events

Search

Data Tasks Notebooks (16) Discussion (2) Activity Metadata Download (189 MB) New Notebook

Content

Structural MRI Images for visualization and Image processing

From the instructors:

About this course: Neurohacking describes how to use the R programming language (<https://cran.r-project.org/>) and its associated packages to perform manipulation, processing, and analysis of neuroimaging data. We focus on publicly-available structural magnetic resonance imaging (MRI). We discuss concepts such as inhomogeneity correction, image registration, and image visualization. By the end of this course, you will be able to: Read/write images of the brain in the NIfTI (Neuroimaging Informatics Technology Initiative) format. Visualize and explore these images, perform inhomogeneity correction, brain extraction, and image registration (within a subject and to a template).

Acknowledgements

Dataset is public domain and was originally posted for the Coursera online course NeuroHacking in R.

Notes

A. When you download the zip archive, double clicking might try to compress the file instead of extracting it. Unzipping on terminal (mac) correctly decompresses the archive.

B. The zip file contains a directory structure:

```

BRAINIX
  ----DICOM
  ----FLAIR
  ----ROI
  
```

Data Explorer
 189.47 MB
[Neurohacking_data-0.0.zip](#)

< **Neurohacking_data-0.0.zip** (189.47 MB) Download Fullscreen

kaggle

- Home
- Compete
- Data**
- Notebooks
- Communities
- Courses
- More

Recently Viewed

- Hippocampus Segmen...
- Novel Corona Virus 20...
- Structural MRI Dataset...
- MRI and Alzheimers
- IRMA X-ray dataset

View Active Events

Search

Data Tasks Notebooks (3) Discussion Activity Metadata Download (64 MB) New Notebook

Brain Tumor Detection 2020
Brain Tumor Dataset

Data Explorer
66.63 MB

< **no** (1500 files)

No12.jpg
35.6 KB

No13.jpg
17.7 KB

No14.jpg
23.73 KB

No15.jpg
9.79 KB

Data Explorer

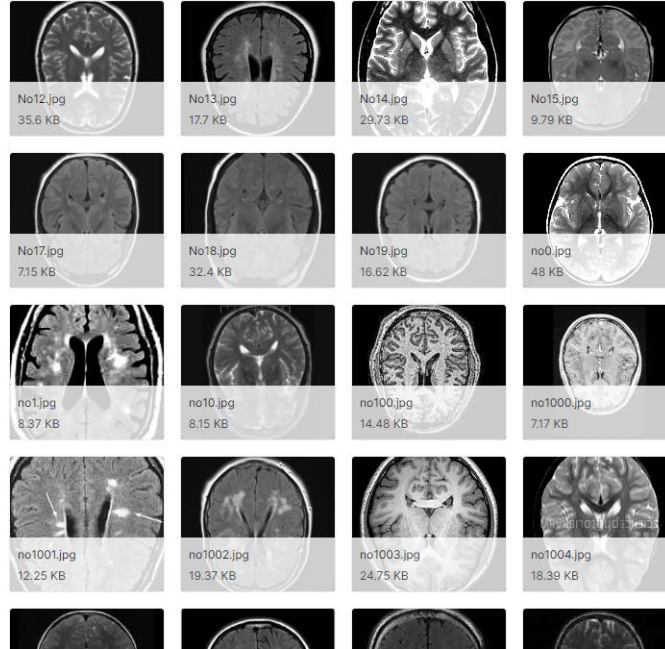
66.63 MB

- no
- No12.jpg
- No13.jpg
- No14.jpg
- No15.jpg
- No17.jpg
- No18.jpg
- No19.jpg
- no0.jpg
- no1.jpg
- no10.jpg
- no100.jpg
- no1000.jpg
- no1001.jpg
- no1002.jpg
- no1003.jpg
- no1004.jpg
- no1005.jpg
- no1006.jpg
- no1007.jpg
- no1008.jpg
- no1009.jpg
- no101.jpg
- no1010.jpg
- no1011.jpg

Summary

3060 files


< no (1500 files)



Anexo B. Certificado de revisión de imágenes.

CHANDRABHAGA CLINIC & NURSING HOME

- Gynae • Medicine • Surgery
- Dental • Ortho • Paed
- Homoeopath • Ayurvedic
- Polyclinic



S. No. 44, Kelewadi,
Paud Road, (ARAI Road),
Pune - 411 038.


Ref. : Date : 29/09/2019

To
The Principal,
P.E.S Modern College of Engineering,
Shivajinagar, Pune.
Subject: Verification of MRI Images.

Dear Sir,
The following students of Computer Branch of
Second Shift (B.E. B):
1. Ankita Kadam 2. Sartaj Bhuvaji
3. Prajakta Bhumkar 4. Sameer Dedge
have collected images for Brain Tumor Classification
from reliable data available on the internet which
was subsequently verified by me.

The following team members would like to develop
a dependable, user-friendly technology for the purpose
under the able guidance of professor Mr. Santosh
Nagargoje (Project Guide).

This is for your kind information.
With regards.


Dr. Shashikant N. Ubhe
B.M.S. (PUNE)
Regd. No. 10612

Yours Sincerely,
Dr. Ubhe

पुढील लेखन हा केवळ वैयक्तिक आहे

Anexo C. Solicitud Radiológico del Sur.



"Hombres nuevos para tiempos nuevos"
Fray Guillermo de Castellana O.F.M. Cap.



25.200 - 144
San Juan de Pasto, octubre 6 de 2021

Estimado (a)
JUAN CARLOS ALVEAR
Instituto Radiológico del Sur S.A.S
Presente

Ref.: solicitud autorización

Cordial saludo de paz y bien

De la manera más atenta y cordial solicito muy respetuosamente, se brinde la autorización correspondiente a los estudiantes adscritos al Programa de Ingeniería de Sistemas de decimo semestre de la Universidad Cesmag.

ID	CODIGO	NOMBRES COMPLETOS
1233190073	1031117	BOLAÑOS PINTA ANDERSON GEOVANNI
1086718133	1035217	GONZALEZ DIAZ JUAN SEBASTIAN
1061759164	1061117	URREGO INGA GERSON

Lo anterior con el objetivo de entrenar un modelo de Deep Learning que responda al diagnóstico de enfermedades mediante la recopilación de un repositorio de IRM cerebrales, con el fin de desarrollar su proyecto de grado, titulado "VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD".

Cabe aclarar que la información suministrada será netamente con fines académicos.

Para cualquier información adicional, por favor comunicarse al teléfono 7218535 extensión 240-267

En espera de una respuesta positiva a la solicitud, se suscribe de usted.

Cordialmente,


Mba. **OMAR ALEXANDER REVCO ZAMBRANO**
Director Programa Ingeniería de Sistemas



CORRESPONDENCIA
RECIBIDA

No. Radicado: 459
Fecha: 03-11-21
Hora: 5:20 No. Folios: 1
Remite: 10 Cesmag
Recibido por: Johana Ramirez
ESTE DOCUMENTO SE DA POR RECIBIDO MAS NO POR ACEPTADO



GRUPO
Asociación Escolar
Maria Goretti
Herencia Mariana Castellana



Anexo D. Solicitud Hospital Departamental.



25.200 – 145
San Juan de Pasto, octubre 6 de 2021

Estimado (a)
MARÍA HELENA ERAZO
Hospital Universitario Departamental De Nariño
Presente

"Hombres nuevos para tiempos nuevos"
Fray Guillermo de Castellana O.F.M. Cap.



INSTITUCIÓN	UNIVERSIDAD CESMAG
Correspondencia Recibida	Uganda 2021 - Construcción de
INSTITUCIÓN	INSTITUCIÓN
Consecutivo	4-8811
Fecha de	05/10/21-06/10/21
Revisado	REVISADO
Asunto	SOLICITUD
Remite	UNIVERSIDAD
Remite	CESMAG
Destinatario	INSTITUCIÓN
Destinatario	DIAGNOSTICAS
Remisor	GUACHO ROMERO
Remisor	GESTION
Remisor	DOCUMENTAL

Ref.: solicitud autorización

Cordial saludo de paz y bien

De la manera más atenta y cordial solicito muy respetuosamente, se brinde la autorización correspondiente a los estudiantes adscritos al Programa de Ingeniería de Sistemas de decimo semestre de la Universidad Gesmag.

ID	CODIGO	NOMBRES COMPLETOS
1233190073	I031117	BOLAÑOS PINTA ANDERSON GEOVANNI
1066718133	I035217	GONZALEZ DIAZ JUAN SEBASTIAN
1061759164	I061117	URREGO INGA GERSON

Lo anterior con el objetivo de entrenar un modelo de Deep Learning que responda al diagnóstico de enfermedades mediante la recopilación de un repositorio de IRM cerebrales, con el fin de desarrollar su proyecto de grado, titulado "VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD".

Cabe aclarar que la información suministrada será netamente con fines académicos.

Para cualquier información adicional, por favor comunicarse al teléfono 7216535 extensión 240-267

En espera de una respuesta positiva a la solicitud, se suscribe de usted.

Cordialmente,



Mba. **OMAR ALEXANDER REVILLA ZAMBRANO**
Director Programa Ingeniería de Sistemas



GRUPO
Asociación Escolar
María Goretti
Institución Educativa, Católica



Anexo E. Solicitud Clínica Fátima.



25.200 – 150
San Juan de Pasto, octubre 6 de 2021

Estimado (a)
MARÍA ISABEL CALVACHE BOLAÑOS
Clínica Nuestra Señora de Fátima S.A.S
Presente

"Hombres nuevos para tiempos nuevos"
Fray Guillermo de Castellana O.F.M Cap.



Clínica Nuestra Señora de Fátima S.A.
07 OCT 2021
FCO: 03557
ASUNTO: MARIA ISABEL CALVACHE BOLAÑOS

Ref.: solicitud autorización

Cordial saludo de paz y bien

De la manera más atenta y cordial solicito muy respetuosamente, se brinde la autorización correspondiente a los estudiantes adscritos al Programa de Ingeniería de Sistemas de decimo semestre de la Universidad Cesmag.

ID	CODIGO	NOMBRES COMPLETOS
1233190073	1031117	BOLAÑOS PINTA ANDERSON GEOVANNI
1088718133	1035217	GONZALEZ DIAZ JUAN SEBASTIAN
1081759164	1061117	URREGO INGA GERSON

Lo anterior con el objetivo de entrenar un modelo de Deep Learning que responda al diagnóstico de enfermedades mediante la recopilación de un repositorio de IRM cerebrales, con el fin de desarrollar su proyecto de grado, titulado "VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD".

Cabe aclarar que la información suministrada será netamente con fines académicos.

Para cualquier información adicional, por favor comunicarse al teléfono 7216535 extensión 240-267

En espera de una respuesta positiva a la solicitud, se suscribe de usted.

Cordialmente,



Mba. OMAR ALEXANDER REVEJO ZAMBRANO
Director Programa Ingeniería de Sistemas



Anexo F. Solicitud Clínica Palermo 1.



"Hombres nuevos para tiempos nuevos"
Fray Guillermo de Castellana O.F.M. Cap.



25.200 – 148
San Juan de Pasto, octubre 6 de 2021

RADICADO
Correspondencia Externa
Fecha: 07-10-2021
Hora: 4:36
Firma: SACRDO OTAZA

Estimado (a)
CIRO MEDINA
Clínica Palermo Ltda
Presente

Ref.: solicitud autorización

Cordial saludo de paz y bien

De la manera más atenta y cordial solicito muy respetuosamente, se brinde la autorización correspondiente a los estudiantes adscritos al Programa de Ingeniería de Sistemas de decimo semestre de la Universidad Cesmag.

ID	CODIGO	NOMBRES COMPLETOS
1233190073	I031117	BOLAÑOS PINTA ANDERSON GEOVANNI
1056718133	I035217	GONZALEZ DIAZ JUAN SEBASTIAN
1081759164	I081117	URREGO INGA GERSON

Lo anterior con el objetivo de entrenar un modelo de Deep Learning que responda al diagnóstico de enfermedades mediante la recopilación de un repositorio de IRM cerebrales, con el fin de desarrollar su proyecto de grado, titulado "VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD".

Cabe aclarar que la información suministrada será netamente con fines académicos.

Para cualquier información adicional, por favor comunicarse al teléfono 7216535 extensión 240-287

En espera de una respuesta positiva a la solicitud, se suscribe de usted.

Cordialmente,



Mba. OMAR ALEXANDER REUSELO ZAMBRANO
Director Programa Ingeniería de Sistemas



GRUPO
Asociación Escolar
Maria Goretti
Institución Educativa Católica



Anexo G. Solicitud Hospital Infantil.



25.200 – 149
San Juan de Pasto, octubre 6 de 2021

Estimado (a)
DORIS SARASTY
Hospital Infantil Los Angeles
Presente

"Hombres nuevos para tiempos nuevos"

Fray Guillermo de Castellana O.F.M. Cap.



Ref.: solicitud autorización

Cordial saludo de paz y bien

De la manera más atenta y cordial solicito muy respetuosamente, se brinde la autorización correspondiente a los estudiantes adscritos al Programa de Ingeniería de Sistemas de decimo semestre de la Universidad Cesmag.

ID	CODIGO	NOMBRES COMPLETOS
1233190073	I031117	BOLAÑOS PINTA ANDERSON GEOVANNI
1088718133	I035217	GONZALEZ DIAZ JUAN SEBASTIAN
1061759164	I061117	URREGO INGA GERSON

Lo anterior con el objetivo de entrenar un modelo de Deep Learning que responda al diagnóstico de enfermedades mediante la recopilación de un repositorio de IRM cerebrales, con el fin de desarrollar su proyecto de grado, titulado "VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD".

Cabe aclarar que la información suministrada será netamente con fines académicos.

Para cualquier información adicional, por favor comunicarse al teléfono 7216535 extensión 240-267

En espera de una respuesta positiva a la solicitud, se suscribe de usted.

Cordialmente,



Mba. OMAR ALEXANDER REVELO ZAMBRANO
Director Programa Ingeniería de Sistemas



GRUPO
Asociación Escolar
Maria Goretti
Escuela Primaria - Pasto, Nariño



Anexo H. Participación Congreso Andino.



Pasto, 1 de octubre de 2021

NOTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN

Estimados Autores,

Reciban un cordial saludo.

El Quinto Congreso Andino de Computación, Informática y Educación – CACIED 2021, tiene el placer de informarle que su contribución titulada: "Visión artificial para el análisis de imágenes diagnósticas IRM mediante la aplicación del proceso KDD" de los autores Anderson Giovanni Bolaños Piria, Juan Sebastián González Díaz, Camilo Urrego Inga ha sido aceptada para su presentación en modalidad de póster digital.

Le recordamos enviar el póster siguiendo el formato establecido y un video de su presentación cuya duración máxima podrá ser de siete minutos hasta el día 30 de octubre a través de la plataforma <http://cacied2021.udenar.edu.co/> para que este sea programado en la agenda del evento.

Refirmamos nuestro agradecimiento por participar en CACIED 2021 y mostrar los avances de su investigación.

Atentamente,

COMITÉ ORGANIZADOR

CACIED 2021

Info_cacied@udenar.edu.co

Teléfono: 7244309 – 721449 ext. 2005



COMITÉ DE ESTUDIOS DE SOCIOLOGÍA, MAGISTERIO Y ANTHROPOLOGÍA
CESMAG



Universidad de Nariño



Universidad Mariana



UNIVERSIDAD DE NARIÑO



UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍA EDUCATIVA
UINTE



RCTA



UNIVERSIDAD MARIANA



Anexo I. Participación Semilleros Focus.



Ampliar (Ctrl+0)

"Hombres nuevos para tiempos nuevos"
Fray Guillermo de Castellana O.F.M Cap.



25.100 – 154
San Juan de Pasto, marzo 01 de 2022

Estimados
Comité curricular

Ref.: Carta de participación como semilleras del semillero FOCUS Proyecto:
"Visión artificial para el análisis de imágenes diagnósticas IRM mediante la
aplicación del proceso KDD"

Cordial saludo de Paz y Bien

Como líder del semillero FOCUS, certifico que el proyecto "VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD" liderado por los estudiantes Anderson Geovanni Bolaños Pinta, Juan Sebastián González Díaz, Gerson Urrego Inga, ha participado en los eventos: evento Institucional de semilleros de Investigación y Congreso Andino de Computación Informática y Educación. Estas participaciones se alinean a los Intereses Investigativos del programa de Ingeniería de Sistemas dando visibilidad nacional y regional.

Felicitaciones a los semilleras del proyecto, por sus esfuerzos y dedicación.

Cordialmente

Mg. HÉCTOR ANDRÉS MORA PAZ
Docente tiempo completo
Tutor Semillero FOCUS



GRUPO
Asociación Escolar
María Goretti
Hombres Nuevos, Capítulos Nuevos



Anexo J. Aprobación Neurólogo.

San Juan de Pasto, 25 de nov. de 21

Señores: A quien corresponda
UNIVERSIDAD CESMAG
Ref.: Acta de entrevista

Cordial saludo

Por medio de la presente, se hace constar que los estudiantes **Anderson Geovanni Bolaños Pinta, Gerson Urrego Inga y Juan Sebastián González Díaz**, estudiantes de X semestre de la **Universidad CESMAG**, se reunieron con mi persona **JAMES GARCIA BENAVIDEZ**, neurólogo de la IPS Los Ángeles, de la ciudad de Pasto, con el fin de evaluar el funcionamiento y la usabilidad de la herramienta desarrollada como proyecto de grado denominada: **VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD**; durante las sesiones se logró determinar que la funcionalidad Drag And Drop propuesta en un inicio, es un poco confusa para el profesional de la salud, por lo que se recomendó realizar una interfaz que sea de fácil manejo para la parametrización de los valores.

Por ende, los estudiantes presentaron una segunda versión de la herramienta, en donde se ve reflejada una interfaz que se adapta de mejor manera, a los conocimientos previos que un profesional de la salud pueda tener en el uso de sistemas informáticos. Por lo anterior, se realizan las pruebas correspondientes con respecto a usabilidad y experiencia de usuario, en donde mejora considerablemente el uso de la herramienta por parte del profesional de la salud.

Cordialmente:


James García Benavidez
Neurólogo
IPS Los Ángeles

Escaneado con CamScanner

Anexo K. Manual de usuario

**VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM
MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD**

Manual de Usuario

Versión

0100

HOJA DE CONTROL

Organismo	Anderson Geovanny Bolaños Pinta, Juan Sebastián González Díaz, Gerson Urrego Inga		
Proyecto	VISION ARTIFICIAL PARA EL ANALISIS DE IMÁGENES DIAGNOSTICAS IRM MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD		
Entregable	Manual de usuario		
Autor	Universidad Cesmag		
Versión/Edición	0100	Fecha de Versión	12/07/2022
Aprobado por		Fecha de Aprobación	12/07/2022
		No. Total de paginas	29

REGISTRO DE CAMBIOS

Versión	Causa del cambio	Responsable del cambio	Fecha del cambio
0100	Versión inicial	<Gerson Urrego Inga>	12/07/2022

CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	125
1.1. OBJETO	125
1.2. ALCANCE	125
2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA	126
2.1. MODELO	126
<input type="checkbox"/> ADMINISTRADOR	126
<input type="checkbox"/> PROFESIONAL	126
3. ADMINISTRADOR	127
3.1. INICIO DE SESIÓN DIRMIA	127
3.2. CREAR PROFESIONAL	127
3.3. ELIMINAR PROFESIONAL	128
3.4. EDITAR PROFESIONAL	128
3.5. LISTAR PROFESIONALES	129
3.6. MODELO REDES BAYESIANAS	129
<input type="checkbox"/> MODULO SELECCIÓN DE DATOS	130
3.7. MODELO C4.5	133
<input type="checkbox"/> MÓDULO PRE PROCESAMIENTO	133
<input type="checkbox"/> MÓDULO DE TRANSFORMACIÓN	134
<input type="checkbox"/> MODULO DATA MINING	134
<input type="checkbox"/> MÓDULO DE INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN 1 Y 2	135
3.8. MODELO CNN (CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS)	136
<input type="checkbox"/> MODULO SELECCIÓN DE DATOS	136
<input type="checkbox"/> MÓDULO PRE PROCESAMIENTO	137
<input type="checkbox"/> MÓDULO DE TRANSFORMACIÓN	138
<input type="checkbox"/> MODULO DATA MINING	138
<input type="checkbox"/> MÓDULO DE INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN	139
3.9. MODELO SVM	141
<input type="checkbox"/> MODULO SELECCIÓN DE DATOS	141
<input type="checkbox"/> MÓDULO PRE PROCESAMIENTO	142
<input type="checkbox"/> MÓDULO DE TRANSFORMACIÓN	142
<input type="checkbox"/> MODULO DATA MINING	143
<input type="checkbox"/> MÓDULO DE INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN	143
4. PROFESIONAL	145
4.1. CREAR PACIENTES	145
4.2. LISTAR PACIENTES	145
4.3. ELIMINAR PACIENTES	146
4.4. EDITAR PACIENTES	146

4.5. CREAR CITA	147
4.6. LISTAR CITAS.....	147
4.7. ELIMINAR CITA.....	148
4.8. EVALUAR LA CITA	148

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

1.1. OBJETO

Diagnóstico de Imágenes de Resonancia Magnética con Inteligencia Artificial DIRMIA, es una herramienta de apoyo al diagnóstico médico, donde a través de una plataforma web se pueden acceder a diferentes módulos, cada uno de ellos con funcionalidades que permiten el análisis de IRM.

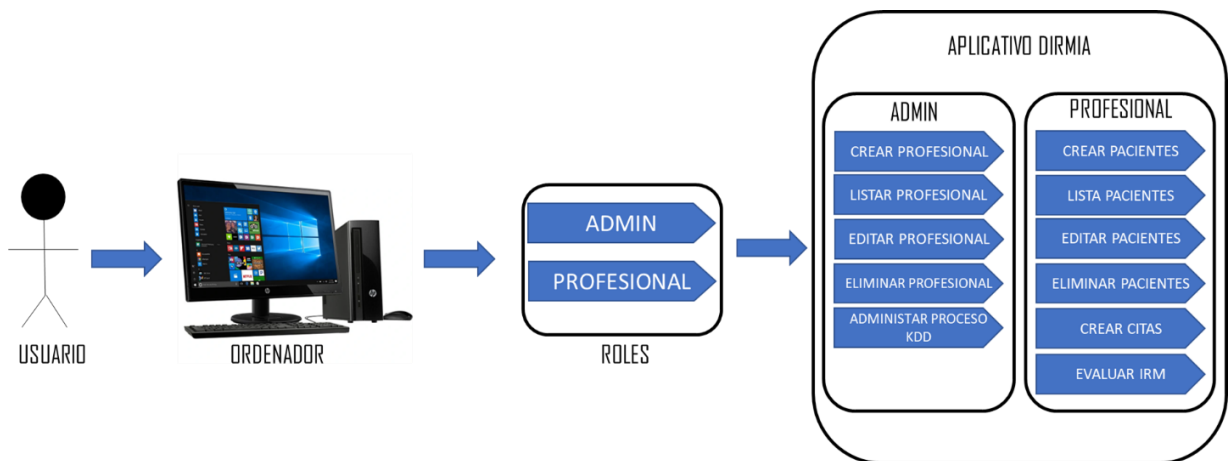
1.2. ALCANCE

DIRMIA permite a través de sus módulos la creación de profesionales, pacientes y citas, donde cada usuario que interactúe con la plataforma podrá acceder a estos recursos. Además, tendrá acceso a la administración del proceso KDD, donde por medio de diferentes modelos integrados, tendrá la posibilidad de interactuar con ellos y como respuesta obtendrá unos resultados del comportamiento de cada modelo, logrando así, poder determinar qué modelo se comporta mejor y es más viable para crear un nuevo modelo.

2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

2.1. Modelo

- Administrador
 - ✓ Crear profesional
 - ✓ Listar profesional
 - ✓ Editar profesional
 - ✓ Eliminar profesional
 - ✓ KDD
 - ✓ Cerrar sesión
- Profesional
 - ✓ Crear paciente
 - ✓ Listar paciente
 - ✓ Editar paciente
 - ✓ Eliminar paciente
 - ✓ Crear cita
 - ✓ Listar cita
 - ✓ Evaluar IRM
 - ✓ Cerrar sesión



3. ADMINISTRADOR

3.1. Inicio de sesión DIRMIA

Para el inicio de sesión DIRMIA solicita un usuario y contraseña, por defecto se inicia con el usuario 'admin' y su contraseña 'root'

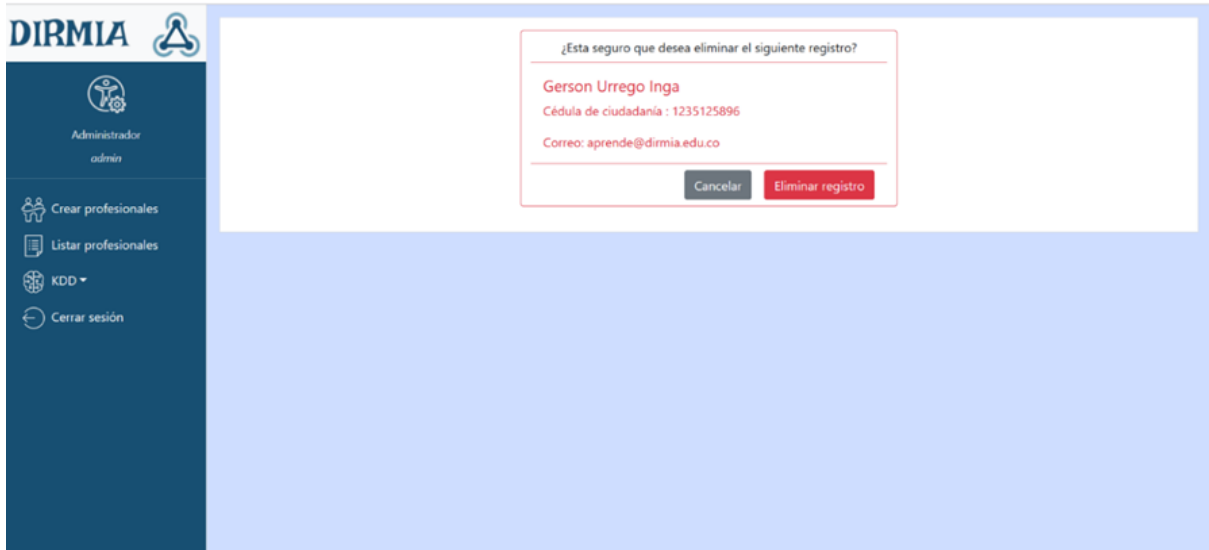


3.2. Crear profesional

En la opción **Crear profesionales** DIRMIA arroja un formulario para crear los profesionales, se debe completar este formulario y dar clic en **CREAR PROFESIONAL**

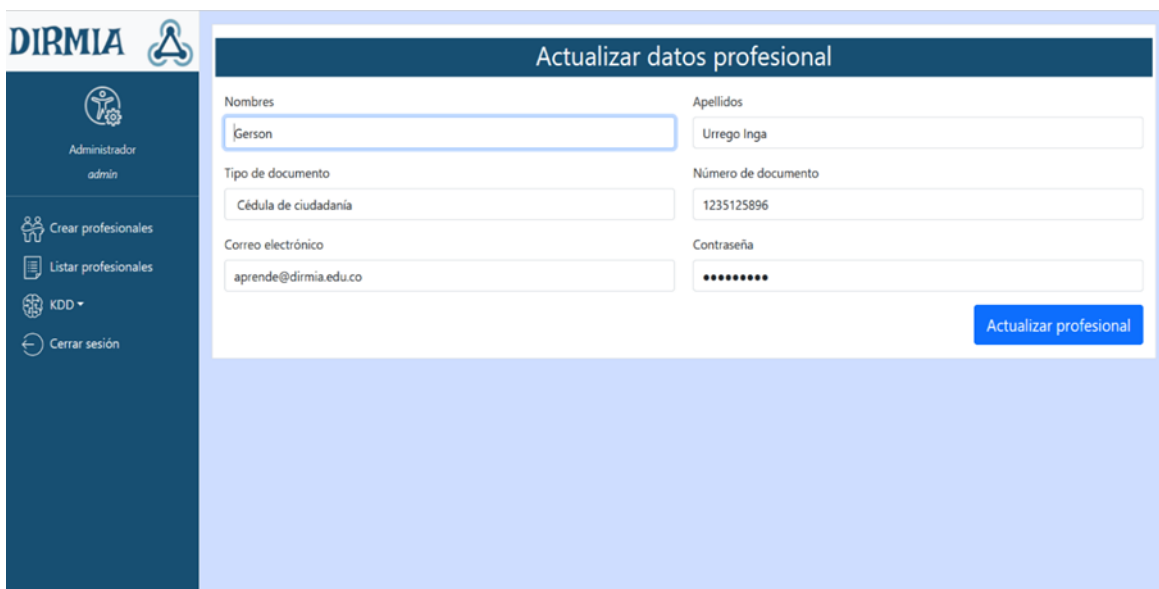
3.3. Eliminar Profesional

En la opción **Eliminar**, DIRMIA permitirá al administrador Eliminar el profesional que se desee.



3.4. Editar profesional

En la opción **Actualizar**, DIRMIA permitirá la actualización de datos del profesional.



3.5. Listar profesionales

En la opción Listar profesionales, DIRMIA permitirá visualizar los profesionales activos con sus respectivos datos.

#	Nombres	Apellidos	Documento	Correo	Opciones
1	Gerson	Urrego Inga	1235125896	aprende@dirmia.edu.co	
2	Anderson Geovanni	Bolaños Pinta	12548759	einge@dirmia.edu.co	
3	Juan Sebastian	Gonzales Diaz	03158245	dirmia@dirmia.edu.co	

3.6. Modelo Redes Bayesianas

En la opción **Redes Bayesianas**, DIRMIA permitirá configurar los parámetros para su respectivo proceso y la administración del KDD.

Redes Bayesianas

Selección de datos Preprocesamiento Transformación Data Mining Interp. y evaluación

Selección de etiqueta e imágenes

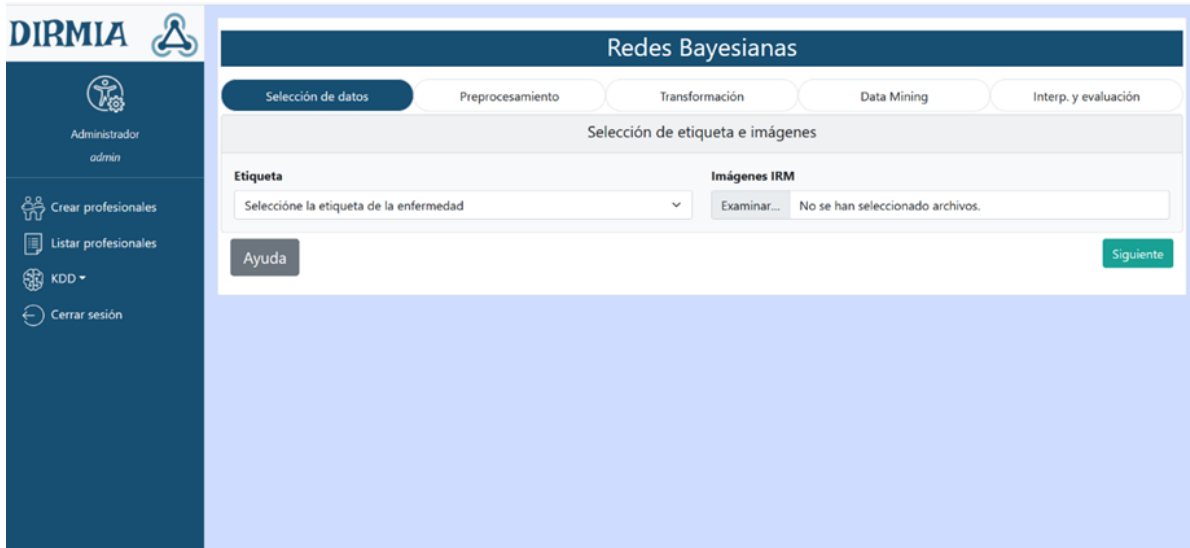
Etiqueta
Seleccione la etiqueta de la enfermedad

Imágenes IRM
Examinar... No se han seleccionado archivos.

Ayuda Siguiente

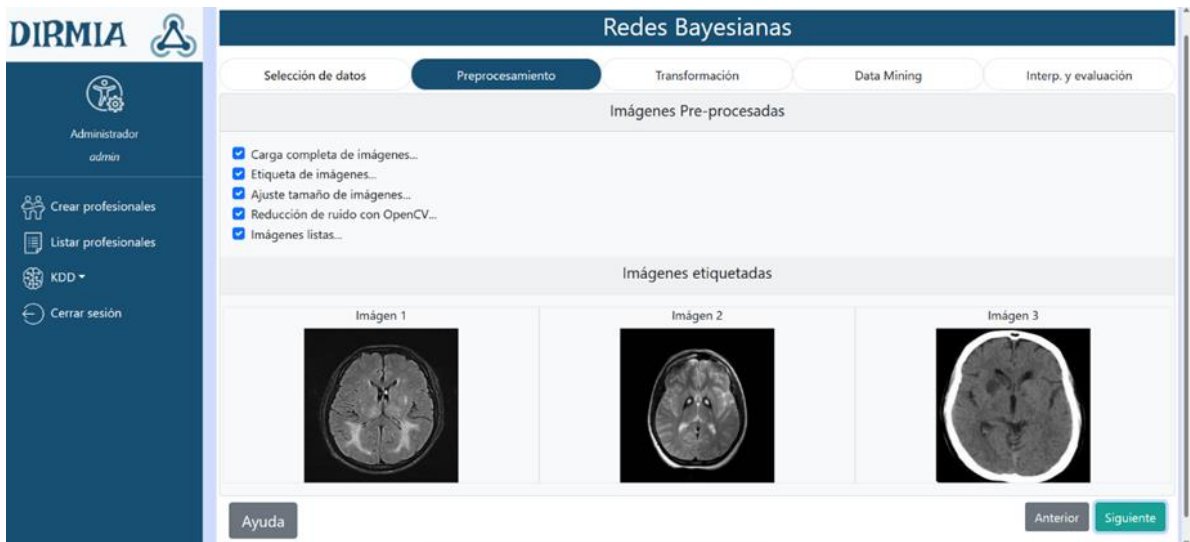
- Modulo selección de datos

En la opción **Selección de datos**, DIRMIA permitirá configurar los parámetros seleccionando así la etiqueta y su respectiva imagen.



- Modulo Pre procesamiento REDES BAYESIANAS

En la opción **Pre procesamiento**, DIRMIA permitirá pre procesar la imagen como cargar la imagen, etiquetar la imagen, ajustar el tamaño de las imágenes, reducir el ruido y como último paso listar las imágenes.



- Módulo de Transformación

En la opción **Transformación**, DIRMIA permitirá la conversión de imágenes convirtiendo imágenes a matriz, convirtiendo matriz a tensor y como última opción se podrá visualizar si el tensor está listo.



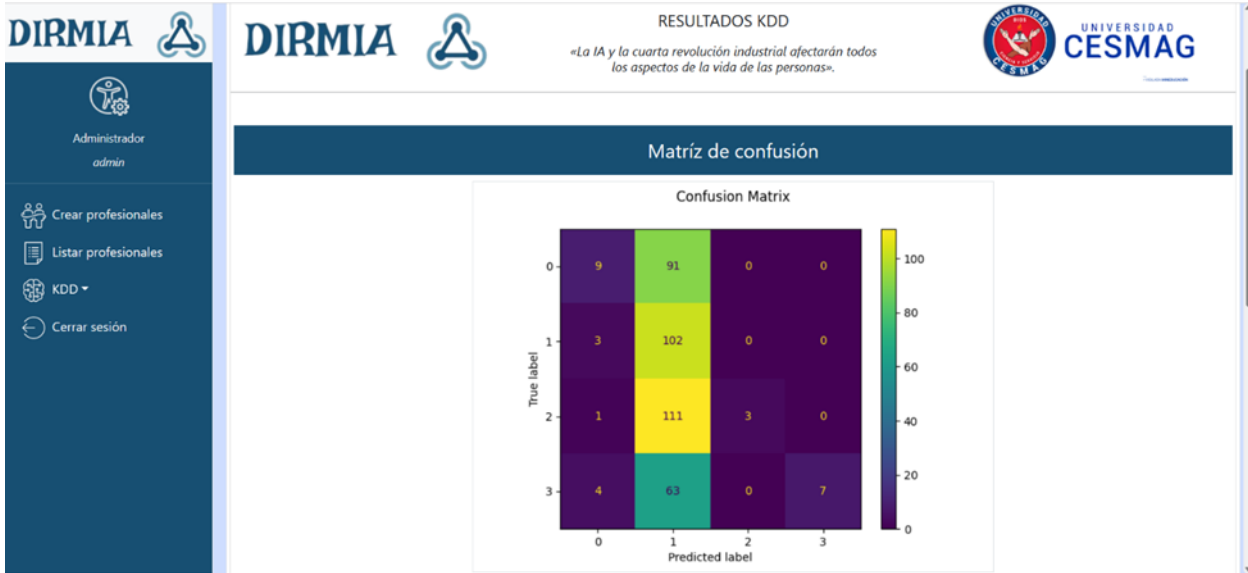
- Modulo Data Mining

En la opción **Data Mining**, DIRMIA permitirá configurar los parametros seleccionando el tipo de redes bayesianas y su respectiva configuración.



- Módulo de interpretación y evaluación 1 y 2

En la opción **Interpretación y evaluación**, DIRMIA permitirá visualizar los datos de la matriz de confusión y valores de entrenamiento KDD con su respectiva table de resultados.



Administrador
admin

Crear profesionales
Listar profesionales
KDD ▾
Cerrar sesión

Valores entrenamiento KDD

Confianza
0.30710659898477155

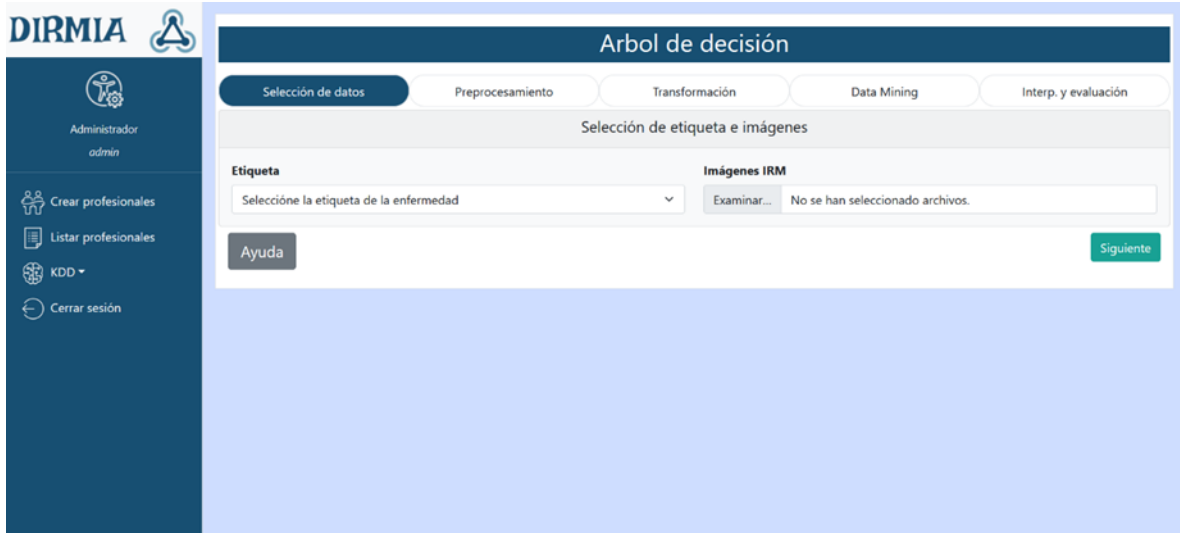
Tabla de resultados

Capa	Precisión	Recall	F1-Score	Support
0	0.53	0.09	0.15	100
1	0.28	0.97	0.43	105
2	1.00	0.03	0.05	115
3	1.00	0.09	0.17	74
accuracy			0.31	394
macro avg	0.70	0.30	0.20	394 weighted avg
weighted avg	0.69	0.31	0.20	394

Ayuda Generar PDF

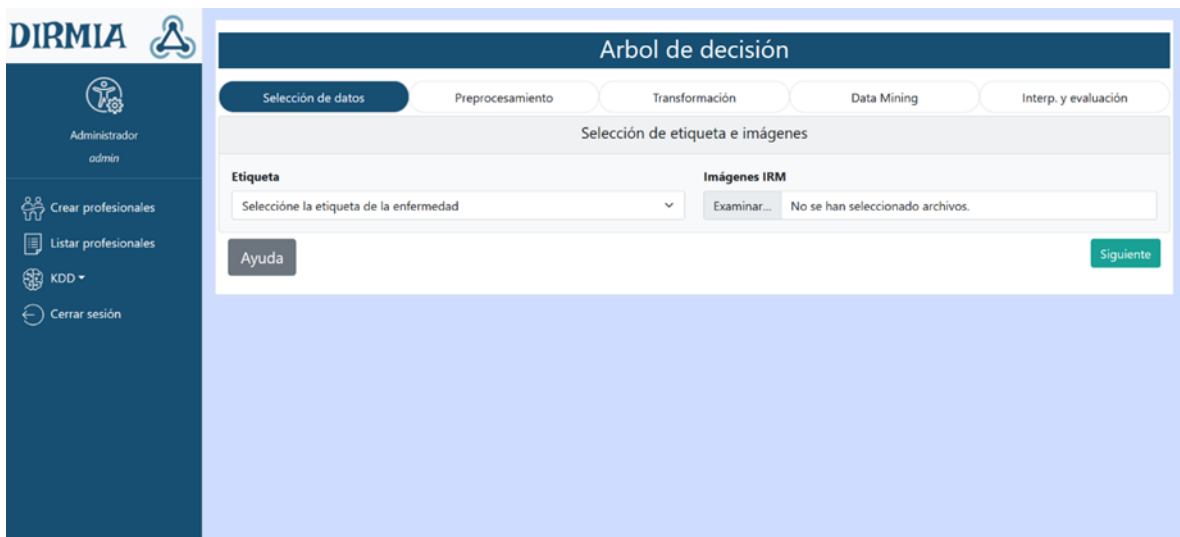
3.7. Modelo C4.5

En la opción **Árbol de decisión**, DIRMIA permitirá configurar los parámetros para su respectivo proceso.



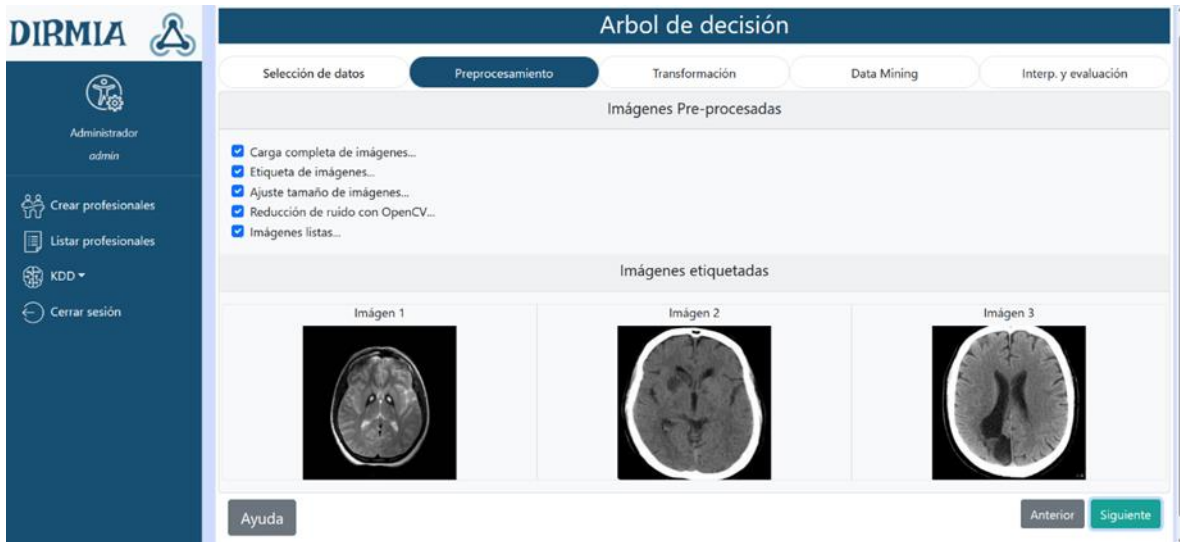
- Módulo selección de datos

En la opción **Selección de datos**, DIRMIA permitirá configurar los parámetros seleccionando así la etiqueta y su respectiva imagen.



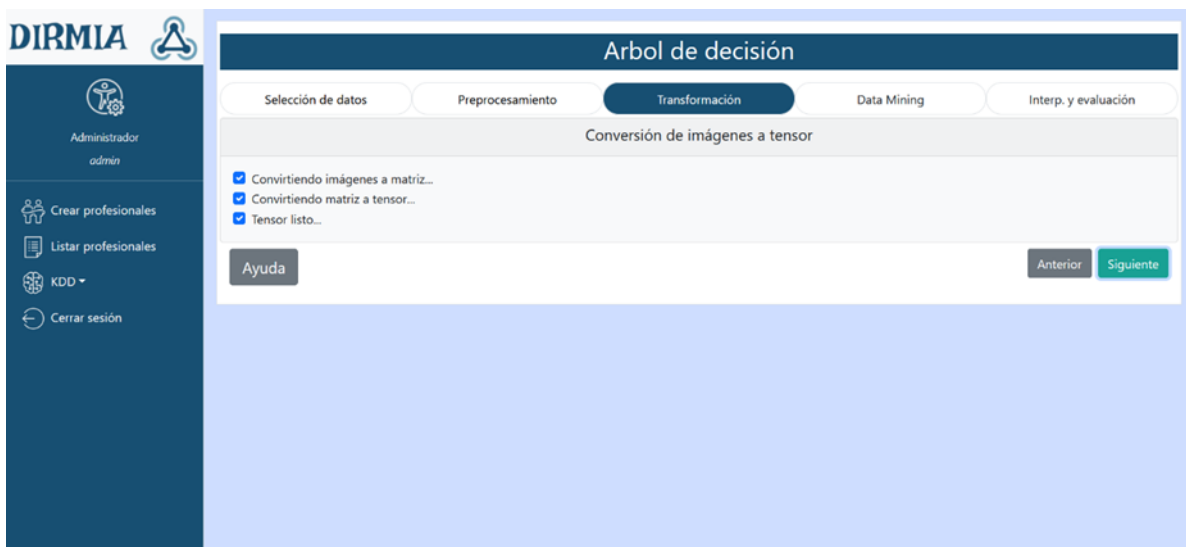
- Módulo Pre procesamiento

En la opción **Pre procesamiento**, DIRMIA permitirá pre procesar la imagen como cargar la imagen, etiquetar la imagen, ajustar el tamaño de las imágenes, reducir el ruido y como último paso listar las imágenes.



- Módulo de Transformación

En la opción **Transformación**, DIRMIA permitirá la conversión de imágenes convirtiendo imágenes a matriz, convirtiendo matriz a tensor y como última opción se podrá visualizar si el tensor está listo



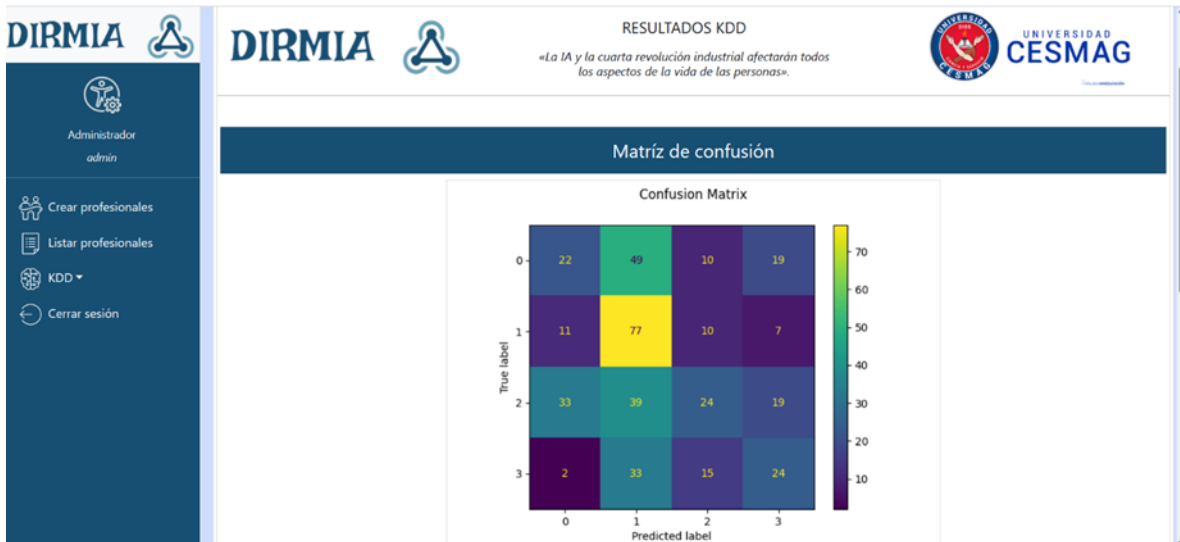
- Modulo Data Mining

En la opción **Data Mining**, DIRMIA permitirá configurar los parametros y su respectiva configuración.

- Módulo de interpretación y evaluación 1 y 2

En la opción **Interpretación y evaluación**, DIRMIA permitirá visualizar los datos de la matriz de confusión y valores de entrenamiento KDD con su respectiva tabla de resultados.

Capa	Precisión	Recall	F1-Score	Support
0	0.32	0.22	0.26	100
1	0.39	0.73	0.51	105
2	0.41	0.21	0.28	115
3	0.35	0.32	0.34	74
accuracy			0.37	394
macro avg	0.37	0.37	0.35	394 weighted avg
weighted avg	0.37	0.37	0.35	394



3.8. Modelo CNN (convolutional neural networks)

En la opción **Red Neuronal Convolutacional**, DIRMIA permitirá configurar los parámetros para su respectivo proceso.

Red Neuronal Convolutacional

Selección de datos Preprocesamiento Transformación Data Mining Interp. y evaluación

Selección de etiqueta e imágenes

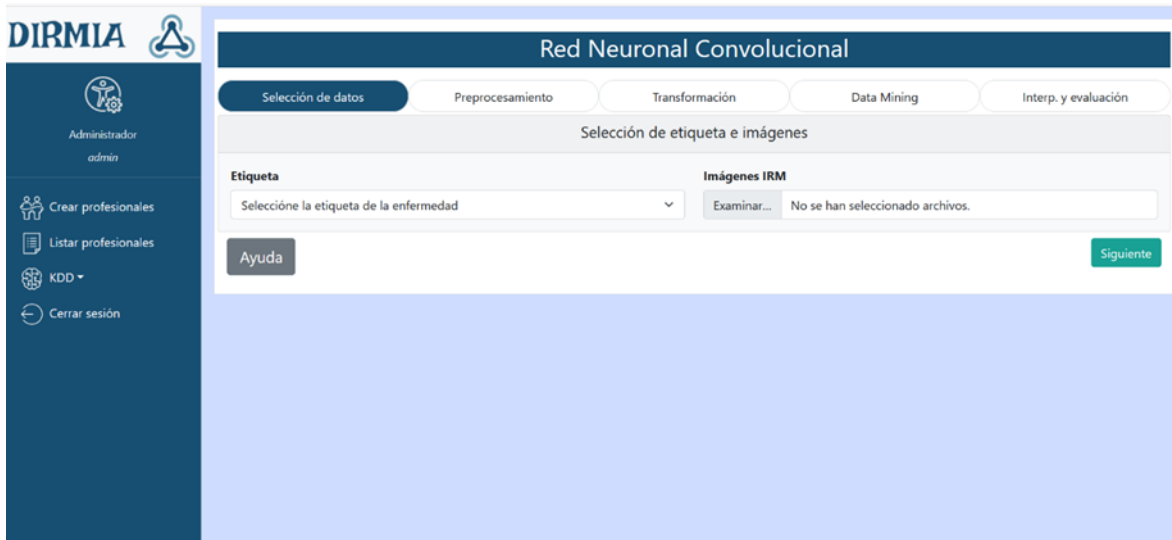
Etiqueta: Selección de la etiqueta de la enfermedad

Imágenes IRM: Examinar... No se han seleccionado archivos.

Ayuda Siguiente

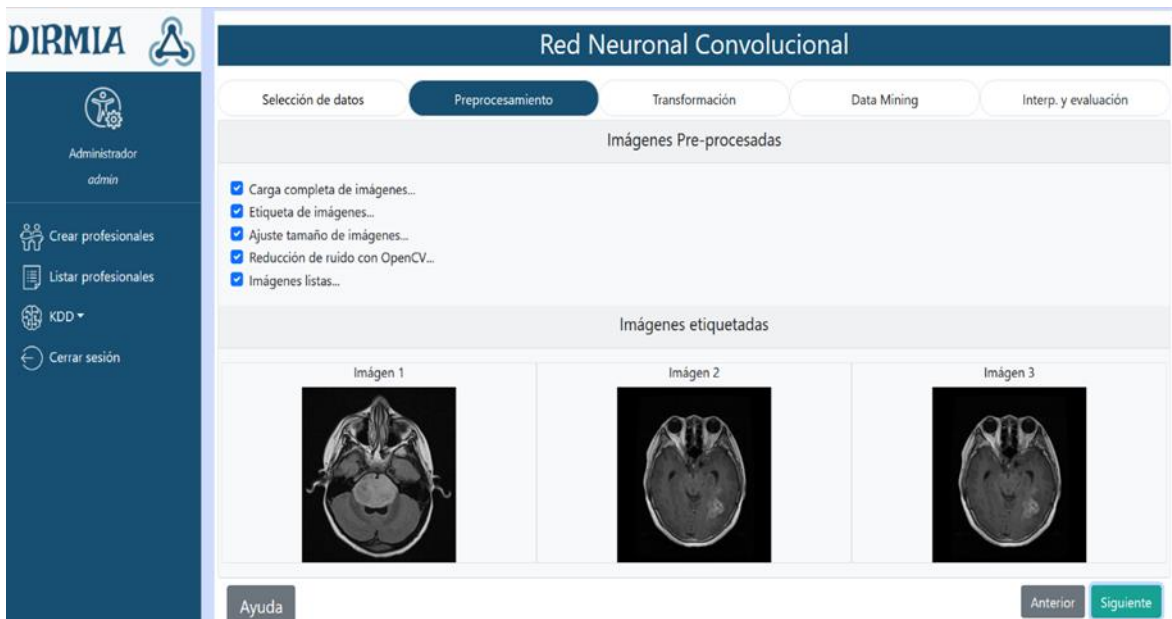
- Modulo selección de datos

En la opción **Selección de datos**, DIRMIA permitirá configurar los parámetros seleccionando así la etiqueta y su respectiva imagen.



- Módulo Pre procesamiento

En la opción **Pre procesamiento**, DIRMIA permitirá pre procesar la imagen como cargar la imagen, etiquetar la imagen, ajustar el tamaño de las imágenes, reducir el ruido y como último paso listar las imágenes.



- Módulo de Transformación

En la opción **Transformación**, DIRMIA permitirá la conversión de imágenes convirtiendo imágenes a matriz, convirtiendo matriz a tensor y como última opción se podrá visualizar si el tensor está listo.



- Modulo Data Mining

En la opción **Data Mining**, DIRMIA permitirá configurar los parametros y su respectiva configuración Como modelo, función de perdida, optimizador, épocas tamaño de lote y por ultimo los resultados de validación.

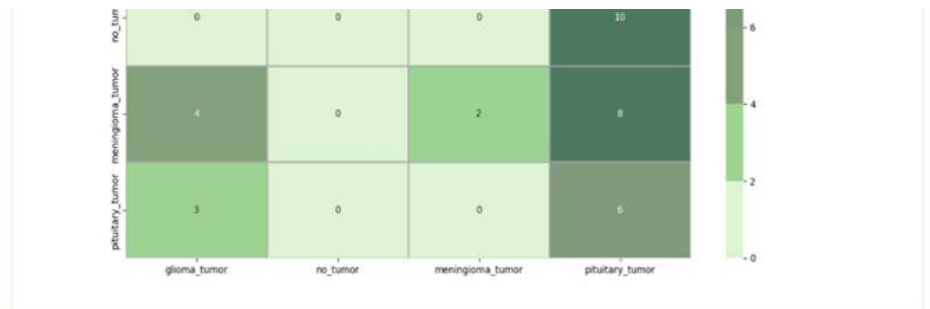
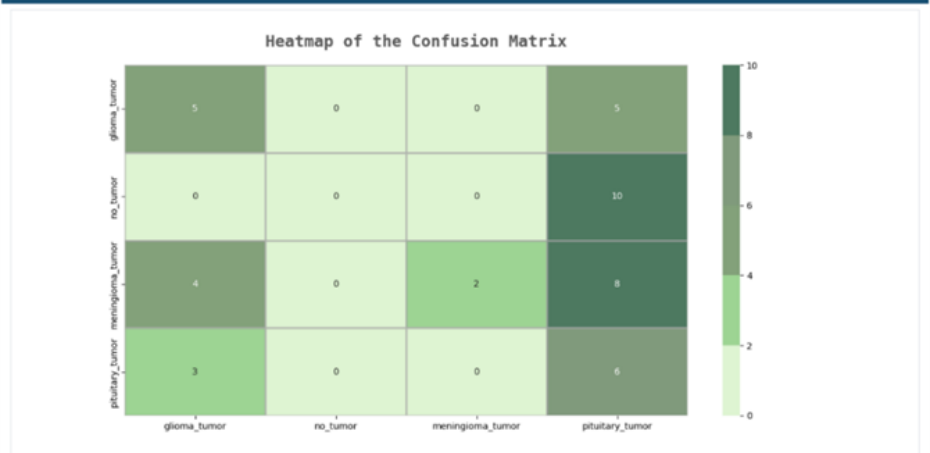


- Módulo de interpretación y evaluación



0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0
Tasa de falsos positivos

Matriz de confusión



Valores entrenamiento KDD

Accuracy	0.8304093480110168	Val_accuracy	0.5
Loss	0.5184062123298645	Val_loss	2.318190813064575

3.9. Modelo SVM

En la opción **Support Vector Machine**, DIRMIA permitirá configurar los parámetros para su respectivo proceso.

The screenshot shows the DIRMIA web application interface for the Support Vector Machine (SVM) model. The main title is "Support Vector Machine". Below the title, there are five tabs: "Selección de datos" (selected), "Preprocesamiento", "Transformación", "Data Mining", and "Interp. y evaluación". The current step is "Selección de etiqueta e imágenes". Under this step, there are two sections: "Etiqueta" and "Imágenes IRM". The "Etiqueta" section has a dropdown menu with the text "Seleccione la etiqueta de la enfermedad". The "Imágenes IRM" section has a button labeled "Examinar..." and the text "No se han seleccionado archivos.". There are also two buttons: "Ayuda" and "Siguiente".

- Modulo selección de datos

En la opción **Selección de datos**, DIRMIA permitirá configurar los parámetros seleccionando así la etiqueta y su respectiva imagen.

This screenshot is identical to the one above, showing the DIRMIA Support Vector Machine interface. The "Selección de datos" tab is selected, and the "Selección de etiqueta e imágenes" step is visible. The interface elements, including the tabs, dropdown menu, buttons, and text, are the same as in the previous image.

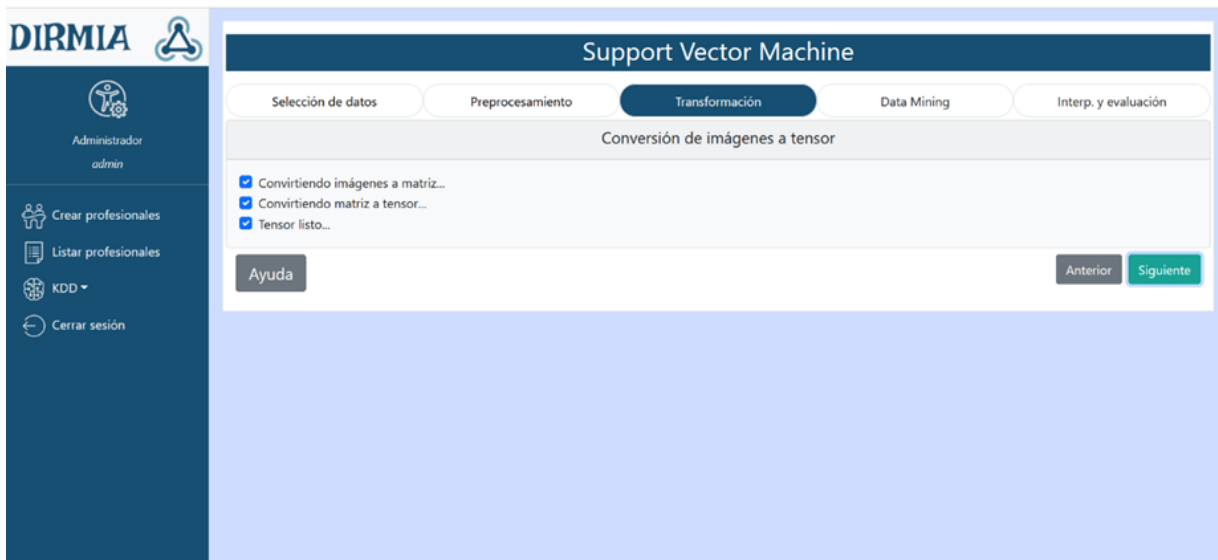
- Módulo Pre procesamiento

En la opción **Pre procesamiento**, DIRMIA permitirá pre procesar la imagen como cargar la imagen, etiquetar la imagen, ajustar el tamaño de las imágenes, reducir el ruido y como último paso listar las imágenes.



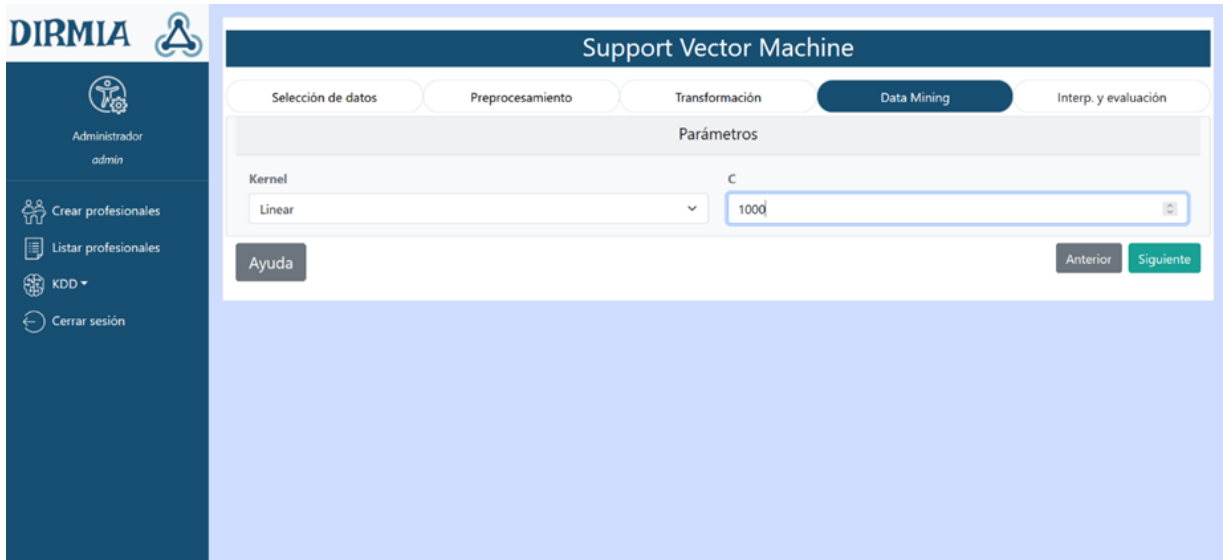
- Módulo de Transformación

En la opción **Transformación**, DIRMIA permitirá la conversión de imágenes convirtiendo imágenes a matriz, convirtiendo matriz a tensor y como última opción se podrá visualizar si el tensor está listo.



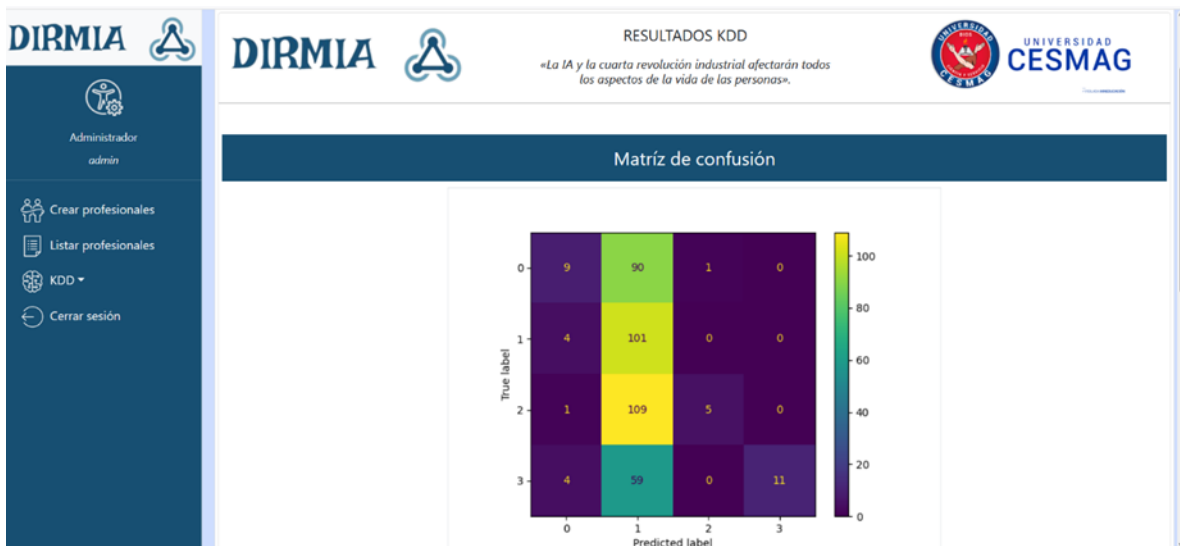
- Modulo Data Mining

En la opción **Data Mining**, DIRMIA permitirá configurar los parametros y su respectiva configuración Como Kernel, C.



- Módulo de interpretación y evaluación

En la opción **Interpretación y evaluación**, DIRMIA permitirá visualizar los datos Matriz de confusión, valores de entrenamiento KDD y tabla de resultados.





Administrador
admin



Crear profesionales



Listar profesionales



KDD ▾



Cerrar sesión

Valores entrenamiento KDD

Confianza

0.3197969543147208

Tabla de resultados

Capa	Precisión	Recall	F1-Score	Support
0	0.50	0.09	0.15	100
1	0.28	0.96	0.44	105
2	0.83	0.04	0.08	115
3	1.00	0.15	0.26	74
accuracy			0.32	394
macro avg	0.65	0.31	0.23	394 weighted avg
weighted avg	0.63	0.32	0.23	394

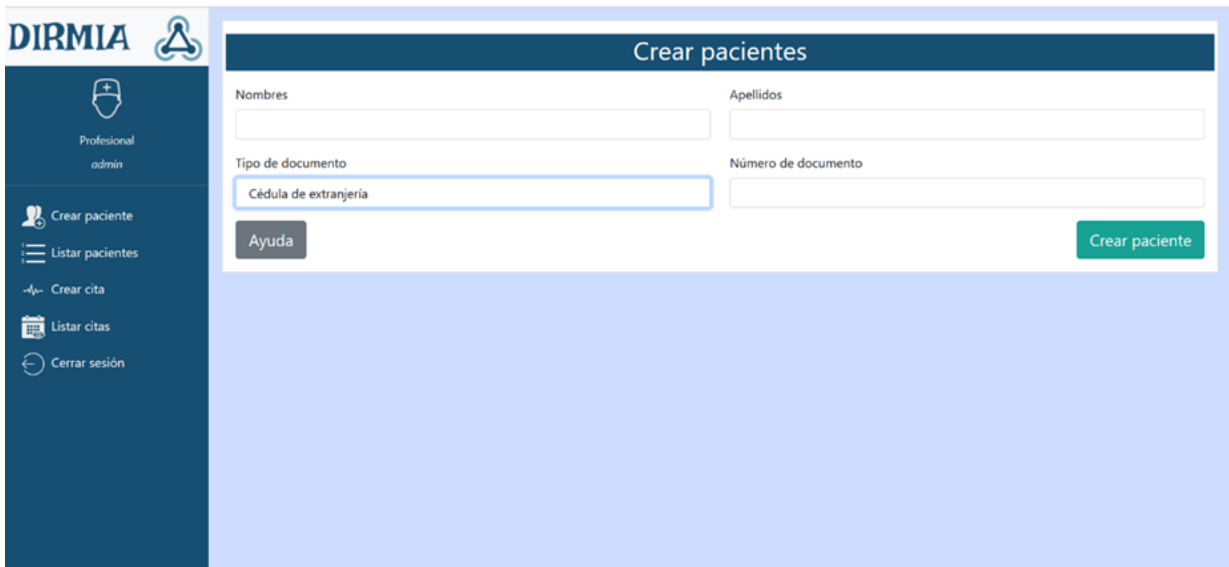
Ayuda

Generar PDF

4. PROFESIONAL

4.1. Crear pacientes

En la opción **Crear pacientes** DIRMIA arroja un formulario para crear los profesionales, se debe completar este formulario y dar clic en **CREAR PACIENTE**.



The screenshot shows the 'Crear pacientes' form in the DIRMIA system. The form is titled 'Crear pacientes' and is located in the 'Profesional admin' section. The form contains the following fields and buttons:



- Nombres:** A text input field.
- Apellidos:** A text input field.
- Tipo de documento:** A dropdown menu with 'Cédula de extranjería' selected.
- Número de documento:** A text input field.
- Ayuda:** A button to access help.
- Crear paciente:** A green button to submit the form.

4.2. Listar pacientes

En la opción **Listar paciente**, DIRMIA permitirá mostrar los pacientes con sus respectivos datos de creación y tendrá la opción de editar y eliminar el paciente.



The screenshot shows the 'Lista de pacientes' page in the DIRMIA system. The page is titled 'Lista de pacientes' and is located in the 'Profesional admin' section. The page displays a table of patients with the following columns: '#', 'Nombres', 'Apellidos', 'Documento', and 'Opciones'. The table contains three rows of patient data. There are also pagination controls and a search bar.

#	Nombres	Apellidos	Documento	Opciones
1	Luz Camila	Perez Arango	982859856	 
2	Camilo	Villota	1233187585	 
3	Luis Sebastian	Torres Arango	0025488	 

Mostrar 10 filas por página Buscar:

Página 1 de 1 Anterior 1 Siguiente

4.3. Eliminar pacientes

En la opción **Eliminar**, DIRMIA permitirá al profesional Eliminar el paciente que se desee.



The screenshot shows the DIRMIA web application interface. On the left is a dark blue sidebar with the DIRMIA logo at the top. Below the logo, it says "Profesional admin" with a user icon. The sidebar contains a list of menu items: "Crear paciente", "Listar pacientes", "Crear cita", "Listar citas", and "Cerrar sesión". The main content area is light blue and features a white confirmation dialog box. The dialog box has a red border and contains the text: "¿Esta seguro que desea eliminar el siguiente registro?", "Luz Camila Perez Arango", and "Tarjeta de identidad : 982859856". At the bottom of the dialog are two buttons: "Cancelar" (grey) and "Eliminar registro" (red).

4.4. Editar pacientes

En la opción **Actualizar**, DIRMIA permitirá la actualización de datos del paciente que se encuentre registrado.



The screenshot shows the DIRMIA web application interface. On the left is a dark blue sidebar with the DIRMIA logo at the top. Below the logo, it says "Profesional admin" with a user icon. The sidebar contains a list of menu items: "Crear paciente", "Listar pacientes", "Crear cita", "Listar citas", and "Cerrar sesión". The main content area is light blue and features a white form titled "Actualizar pacientes". The form has four input fields: "Nombres" (containing "Luz Camila"), "Apellidos" (containing "Perez Arango"), "Tipo de documento" (containing "Tarjeta de identidad"), and "Número de documento" (containing "982859856"). A blue "Actualizar paciente" button is located at the bottom right of the form.

4.5. Crear cita

En la opción **Crear cita**, DIRMIA permitirá la creación de la cita con su respectivo paciente, profesional y el cargue de la imagen IRM para su respectiva evaluación.

DIRMIA

Crear cita

Paciente: Luz Camila

Especialista: Juan Sebastian

Imágen IRM: Examinar... No se ha seleccionado ningún archivo.

Ayuda

Crear cita

4.6. Listar citas

En la opción **Listar cita**, DIRMIA permitirá listar las citas con sus respectivos datos y la opción de evaluación de la imagen IRM cargada.

DIRMIA

Lista de citas

Mostrar 10 filas por página

Buscar:

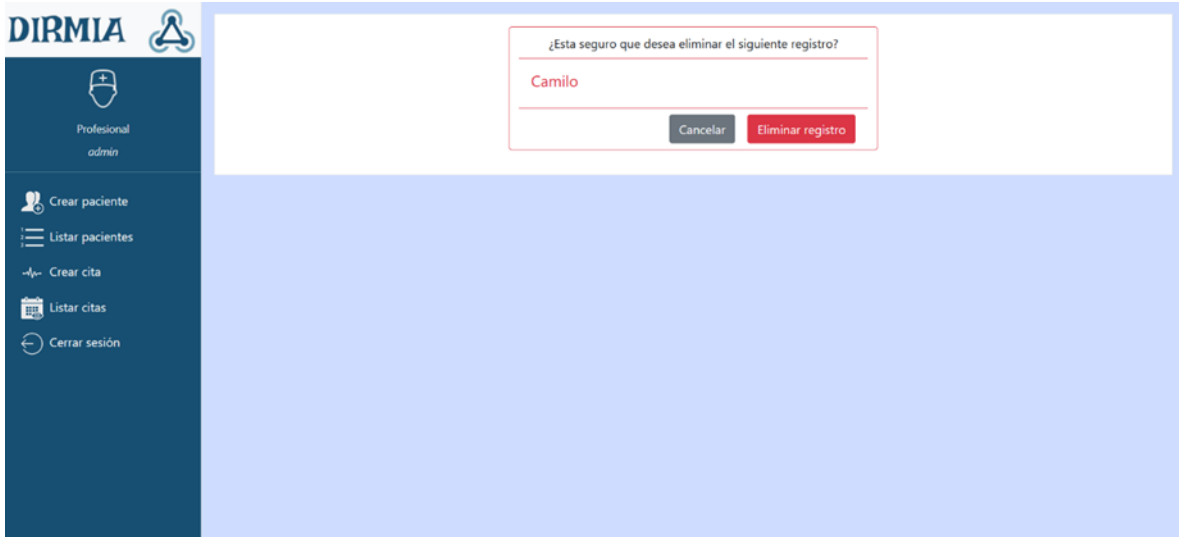
#	Paciente	IRM	Evaluación	Opciones
1	Camilo		Evaluar IRM	
2	Luz Camila		Evaluar IRM	
3	Luis Sebastian		Evaluar IRM	

Página 1 de 1

Anterior 1 Siguiete

4.7. Eliminar cita


En la opción **Eliminar cita**, DIRMIA permitirá Eliminar las citas del paciente que se haya registrado.



4.8. Evaluar la cita

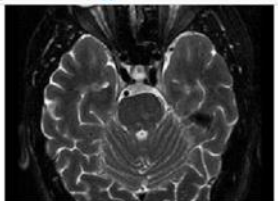
En la opción **Evaluación de la cita**, DIRMIA permitirá visualizar los resultados de la evaluación de la imagen IRM y del mismo modo se podrá genera en pdf con sus respectivos resultados, segmentación y posible diagnóstico médico.

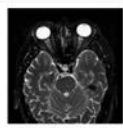


DIRMIA 

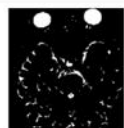
Profesional
admin

- Crear paciente
- Listar pacientes
- Crear cita
- Listar citas
- Cerrar sesión






Segmentación 1



Segmentación 2





Segmentación 3

Advertencia: DIRMIA y sus desarrolladores no se hacen responsables del mal uso de la herramienta. Tenga en cuenta que, DIRMIA trabaja sobre un modelo de reconocimiento de patrones creado a través de Inteligencia Artificial, por ende, no está exento de cometer errores al momento de dar un posible diagnóstico. De igual manera, las segmentaciones que se muestran en el informe, pueden no ser exactas, mostrando así, contornos que no corresponden al posible tumor encontrado. Es por eso que, se recomienda al profesional no basarse 100% en los resultados de DIRMIA.

2022-06-28 03:49:26.666241+00:00

[Generar PDF](#)

DIRMIA  **INFORME FINAL** 

Possible diagnóstico

Datos del paciente


Nombres: Luis Sebastian **Apellidos:** Torres Arango
Tipo de documento: 3 **Número de documento:** 0025488

Datos del profesional

Nombres: Juan Sebastian **Apellidos:** Gonzales Diaz
Cargo: Radiólogo **Especialidad:** IRM

Resultados

Posible diagnóstico: Según el análisis realizado por DIRMIA la IRM representa **No Tumor**



 UNIVERSIDAD CESMAG <small>NIT. 800.109.387-7 VIA DEL AVANCE TECNOLÓGICO</small>	CARTA DE ENTREGA TRABAJO DE GRADO O TRABAJO DE APLICACIÓN – ASESOR(A)	CÓDIGO: AAC-BL-FR-032
		VERSIÓN: 1
		FECHA: 09/JUN/2022

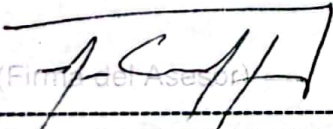
San Juan de Pasto, 07 de septiembre de 2022

Biblioteca
REMIGIO FIORE FORTEZZA OFM. CAP.
Universidad CESMAG
Pasto

Saludo de paz y bien.

Por medio de la presente se hace entrega del Trabajo de Grado / Trabajo de Aplicación denominado **VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD**, presentado por el (los) autor(es) Anderson Giovanni Bolaños Pinta , Juan Sebastián González Díaz y Gerson Urrego Ingadel Programa Académico Ingeniería de Sistemas al correo electrónico trabajosdegrado@unicesmag.edu.co. Manifiesto como asesor(a), que su contenido, resumen, anexos y formato PDF cumple con las especificaciones de calidad, guía de presentación de Trabajos de Grado o de Aplicación, establecidos por la Universidad CESMAG, por lo tanto, se solicita el paz y salvo respectivo.

Atentamente,


(Firma del Asesor)

JUAN CARLOS ALVARADO PEREZ
87065333
Ingeniería de Sistemas
3117059544
jcalvarado@unicesmag.edu.co

 UNIVERSIDAD CESMAG <small>NOE 800.109.307-7</small> <small>VOLUNTAD EN EDUCACIÓN</small>	AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL	CÓDIGO: AAC-BL-FR-031
		VERSIÓN: 1
		FECHA: 09/JUN/2022

INFORMACIÓN DEL (LOS) AUTOR(ES)	
Nombres y apellidos del autor: Anderson Geovanni Bolaños Pinta	Documento de identidad: CC, 1233190073
Correo electrónico: a.g.b.pinta@gmail.com	Número de contacto: 3153959633
Nombres y apellidos del autor: Juan Sebastian Gonzalez Diaz	Documento de identidad: CC. 1066718133
Correo electrónico: sebastian.199852214@gmail.com	Número de contacto: 3233254784
Nombres y apellidos del autor: Gerson Urrego Inga	Documento de identidad: CC. 1061759164
Correo electrónico: gurrego45@gmail.com	Número de contacto: 3117736621
Nombres y apellidos del asesor: Juan Carlos Alvarado Perez	Documento de identidad: CC. 87065333
Correo electrónico: endimeon777@mail.com	Número de contacto: 3117059544
Título del trabajo de grado: VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES DIAGNÓSTICAS IRM MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROCESO KDD	
Facultad y Programa Académico: Ingeniería – Ingeniería de sistemas	

En mi (nuestra) calidad de autor(es) y/o titular (es) del derecho de autor del Trabajo de Grado o de Aplicación señalado en el encabezado, confiero (conferimos) a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado en el repositorio institucional. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento, abarca las siguientes características:

- a) La autorización se otorga desde la fecha de suscripción del presente documento y durante todo el término en el que el (los) firmante(s) del presente documento conserve (mos) la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que deje (mos) de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el Trabajo de Grado o de Aplicación, me (nos) comprometo (comprometemos) a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad



CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de mi(nuestra) parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del Trabajo de Grado o de Aplicación dentro del repositorio institucional. Conozco(conocemos) que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la petición, para desmarcar la visualización del Trabajo de Grado o de Aplicación del repositorio institucional.



- b) Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el Trabajo de Grado o de Aplicación en formato digital y teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, acepto(amos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación circulará con un alcance mundial.
- c) Acepto (aceptamos) que la autorización que se otorga a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, renuncio(amos) a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el Trabajo de grado o de Aplicación.
- d) Manifiesto (manifestamos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que ostento(amos) los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, asumo(asumimos) toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndose indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de la misma. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre de(los) autor(es) y la fecha de publicación.
- e) Autorizo(autorizamos) a la Universidad CESMAG para incluir el Trabajo de Grado o de Aplicación en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo autorizo (autorizamos) a la Universidad CESMAG para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

NOTA: En los eventos en los que el trabajo de grado o de aplicación haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autor(es) garantizo(amos) que he(hemos) cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejo(dejamos) constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

Como consecuencia de lo anterior, autorizo(autorizamos) la publicación, difusión, consulta y uso del Trabajo de Grado o de Aplicación por parte de la Universidad CESMAG y sus usuarios así:

- Permiso(permitimos) que mi(nuestro) Trabajo de Grado o de Aplicación haga parte del catálogo de colección del repositorio digital de la Universidad CESMAG por lo tanto, su contenido será de acceso abierto donde podrá ser consultado, descargado y compartido con otras personas, siempre que se reconozca su autoría o reconocimiento con fines no comerciales.

En señal de conformidad, se suscribe este documento en San Juan de Pasto a los 07 días del mes de 09 del año 2022

 Firma del autor	 Firma del autor
--	---



UNIVERSIDAD
CESMAG

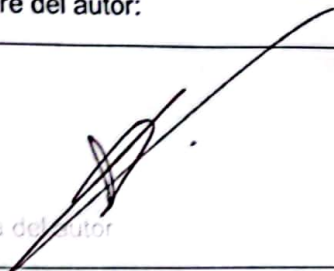
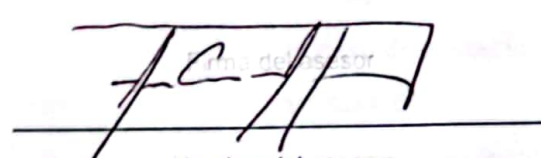
NIT. 890.199.387-7
VIGILADA MINISTERIO DE EDUCACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL

CÓDIGO: AAC-BL-FR-031

VERSIÓN: 1

FECHA: 09/JUN/2022

Nombre del autor:	Nombre del autor:
	
Firma del autor	Firma del autor
Nombre del autor:	Nombre del autor:
 Nombre del asesor:	