

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE VITORIA

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

**GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

PROYECTO FINAL DE GRADO

MODALIDAD INGENIERÍA

**Diagnóstico de TEA en edades infantiles mediante el uso de redes neuronales profundas**

[Nombre Apellido1 Apellido2]  
Convocatoria de [mes] [año]

**CALIFICACIÓN DEL PROYECTO FINAL DE GRADO**

|  |  |
| --- | --- |
| CUALITATIVA: |  |
| NUMÉRICA: |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Conforme Presidente: | Conforme Secretario: |
|  |  |
| Fdo.: | Fdo.: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Conforme Vocal: | Conforme Vocal: | Conforme Vocal: |
|  |  |  |
| Fdo.: | Fdo.: | Fdo.: |

Lugar y fecha: Pozuelo de Alarcón, a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ de 202\_\_

*Aquí iría una o varias citas o frases célebres que tengan relación con el proyecto (opcional).*

*Si no hubiera, debe eliminarse esta sección.*

*Aquí iría la dedicatoria (opcional).*

*Si no hubiera, debe eliminarse esta sección.*

Agradecimientos

Aquí se incluirían los agradecimientos personales y profesionales. No olvidarse de agradecer la ayuda recibida, especialmente si se ha realizado el proyecto gracias a una beca, contrato o algún tipo de subvención o apoyo.

Este apartado es opcional. Si no hubiera agradecimientos, debe eliminarse esta sección. Sin embargo, pensad bien pues siempre hay a quien dar las gracias por nuestros logros personales.

Resumen

Aquí viene el resumen en español, entre 100 y 200 palabras. Muy importante, esta sección debe ser un resumen de la memoria, es decir, del documento que se presenta, y no solo de la parte técnica del proyecto.

Palabras claves

TEA (Trastorno del Espectro Autista)

Abstract

Keywords

Índice de Contenidos

[1. Introducción 1](#_Toc130932160)

[2. Investigación previa 3](#_Toc130932161)

[3. Objetivos 7](#_Toc130932162)

[3.1. Objetivo general 7](#_Toc130932163)

[3.2. Lista de objetivos específicos 7](#_Toc130932164)

[3.3. Métodos de Validación 8](#_Toc130932165)

[4. Plan de Desarrollo del Proyecto 9](#_Toc130932166)

[4.1. Metodología 9](#_Toc130932167)

[4.2. Tecnologías 10](#_Toc130932168)

[4.3. Plan de desarrollo del proyecto 11](#_Toc130932169)

[4.3.1. PT1: Análisis e investigación previa. 11](#_Toc130932170)

[4.3.2. PT2: Definición de requerimientos. 13](#_Toc130932171)

[4.3.3. PT3: Diseño 15](#_Toc130932172)

[4.3.4. PT4: Implementación 18](#_Toc130932173)

[4.3.5. PT5: Pruebas y validación 20](#_Toc130932174)

[4.4. Plan de Trabajo 22](#_Toc130932175)

[4.4.1. Plan de Trabajo Inicial 22](#_Toc130932176)

[4.4.2. Plan de Trabajo Final 22](#_Toc130932177)

[4.5. Recursos. 24](#_Toc130932178)

[4.6. Costes 24](#_Toc130932179)

[4.7. Condicionantes y Limitaciones 24](#_Toc130932180)

[5. Desarrollo de la Solución Técnica 25](#_Toc130932181)

[5.1. PT1 25](#_Toc130932182)

[5.2. PT2 25](#_Toc130932183)

[6. Resultados 27](#_Toc130932184)

[7. Implicaciones Éticas e Impacto Social 29](#_Toc130932185)

[8. Conclusiones 31](#_Toc130932186)

[9. Otros Méritos del Proyecto 33](#_Toc130932187)

[10. Bibliografía 35](#_Toc130932188)

[Anexo A: Planificación detallada 37](#_Toc130932189)

[Anexo B: Requisitos de Usuario 38](#_Toc130932190)

[Anexo B: Diseño del Sistema 39](#_Toc130932191)

[Anexo C: Manuales 41](#_Toc130932192)

[Manual de Usuario 41](#_Toc130932193)

[Manual de Instalación 41](#_Toc130932194)

[Anexo D: Contenido del CD 43](#_Toc130932195)

Índice de Tablas

Índice de Figuras

Lista de Acrónimos

|  |  |
| --- | --- |
| **Acrónimo** | **Significado** |
| TEA | Trastornos del espectro autista |
| AI | Artificial Intelligence |
| PPV |  |
| NPV |  |
|  |  |

* PPV is the proportion of people with a positive test result who actually have the disease (a/a+b);
* NPV is the proportion of those with a negative result who do not have the disease

# Introducción

El enfoque de este proyecto radica en la optimización del diagnóstico temprano y preciso de niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA) o síntomas sospechosos. Un diagnóstico oportuno es esencial para proporcionar intervenciones adecuadas y apoyo a estos niños y sus familias.

Al combinar la experiencia de profesionales médicos y psicólogos con avances en inteligencia artificial y aprendizaje automático, el objetivo principal del proyecto es mejorar el proceso de diagnóstico de niños con TEA. Para ello, se desarrolla una plataforma que utiliza redes neuronales convolucionales (CNN) en la realización de diagnósticos precisos y efectivos. Además, la plataforma también facilita la gestión y el mantenimiento de registros de los datos de los niños y sus diagnósticos por parte de los profesionales.

Esta plataforma no solo proporcionará herramientas de diagnóstico basadas en IA, sino que también ofrecerá a los profesionales una forma eficiente de gestionar y mantener un registro de los datos de los niños y sus diagnósticos a lo largo del tiempo. De esta manera, facilitara el trabajo de los profesionales en el campo del TEA, permitiéndoles tomar decisiones informadas y basadas en datos concretos para brindar un mejor apoyo a los niños afectados y sus familias.

Como proyecto de final de grado, abarcará una amplia gama de aspectos, incluida la investigación sobre el TEA y sus características, el desarrollo de algoritmos de aprendizaje profundo y el entrenamiento de modelos de CNN, así como la creación de una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar que permita a los profesionales acceder a las herramientas de diagnóstico y gestión de datos de manera eficiente.

En última instancia, el éxito de este proyecto se medirá por su capacidad para mejorar la precisión y efectividad del diagnóstico del TEA y proporcionar a los profesionales una herramienta valiosa que facilite su trabajo y mejore la calidad de vida de los niños afectados por este trastorno y sus familias.

# Investigación previa

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un trastorno neurobiológico del desarrollo que afecta la comunicación, el comportamiento y las interacciones sociales de la persona. Las personas con TEA suelen tener **dificultades para comunicarse y relacionarse con los demás**, así como patro**nes repetitivos de comportamiento, intereses restringidos y dificultades sensoriales**. El TEA es un trastorno del espectro, lo que significa que puede afectar a las personas de diferentes maneras y en diferentes grados.

Los síntomas del TEA pueden manifestarse tempranamente, a menudo antes de los 2 años de edad. Algunos de los signos tempranos de TEA incluyen una falta de interés en las personas, falta de contacto visual, problemas de comunicación, como la falta de balbuceo o la falta de palabras, y patrones de juego repetitivos. Sin embargo, a menudo el diagnóstico del TEA no se realiza hasta los 4 o 5 años de edad.

Los métodos de diagnóstico actuales del TEA incluyen la **evaluación clínica, la observación del comportamiento y la entrevista con los padres y cuidadores**. Sin embargo, estos métodos tienen limitaciones, ya que pueden ser subjetivos y dependen de la experiencia y el juicio clínico del profesional de la salud mental. Además, el diagnóstico tardío del TEA puede retrasar la intervención temprana y disminuir su efectividad.

La detección temprana del TEA es crucial para lograr una intervención a tiempo y mejorar los resultados a largo plazo para los individuos con TEA. Este diagnóstico temprano puede permitir a los profesionales de la salud y educación identificar las necesidades específicas del niño y diseñar un plan de intervención individualizado. Esto puede ayudar a maximizar el potencial de desarrollo del niño y niña y a mejorar su calidad de vida a largo plazo.

Otro factor importante es que, a medida que los niños con TEA crecen, pueden enfrentar dificultades en las relaciones sociales y la comunicación, lo que puede afectar negativamente su desarrollo académico y su capacidad para desenvolverse en la vida cotidiana. Un diagnóstico temprano puede permitir la implementación de medidas preventivas y tratamientos para abordar estos desafíos y maximizar el éxito del niño en la escuela y en la vida adulta. [1]

Un modelo predictivo para detectar el TEA en edades tempranas puede ser una manera efectiva de abordar las limitaciones de los métodos de diagnóstico actuales y mejorar la detección temprana del TEA.

Los proyectos de Inteligencia Artificial para la detección de TEA incluyen aplicaciones tecnológicas para hacer evaluación y diagnóstico de TEA de forma más precisa y en edades más tempranas**.** Estas aplicaciones utilizan algoritmos automatizados para detectar los detalles que pueden favorecer el diagnóstico temprano y objetivo del autismo.

El Proyecto T-Eye es un sistema de monitorización para niños con Trastorno del Espectro Autista basado en inteligencia artificial y medidas fisiológicas. El proyecto está financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. El objetivo del proyecto es investigar el bienestar psico-emocional, las necesidades y el grado de aceptación de los niños con TEA utilizando un nuevo método de diagnóstico para niños con autismo entre 3 y 6 años mediante realidad virtual y biomarcadores fisiológicos. Las sesiones tienen lugar en un entorno amigable llamado T-Room, donde los niños juegan a diferentes juegos con Pablo, un avatar. Los niños usarán una pulsera para medir su actividad electrodermal, un proceso neuropsicológico que hace referencia a las propiedades eléctricas de la piel como respuesta de sudoración ante un determinado estímulo, y gafas ligeras de Eye Tracking para controlar el seguimiento de la mirada. Con técnicas de AI, los investigadores han logrado discriminar entre comportamientos normales y patológicos en los niños con TEA. [2]

Estudios publicados en Nature han probado la eficacia de SaMD (Software as a Medical Device) una aplicación que evalúa el TEA en niños entre 18 y 72 meses. Este estudio probó la precisión de un software basado en inteligencia artificial como un dispositivo médico diseñado para ayudar a los profesionales de atención primaria en el diagnóstico del TEA. El dispositivo combina características conductuales de tres entradas distintas (un cuestionario para cuidadores, el análisis de dos cortos videos caseros y un cuestionario para el profesional) en un algoritmo de aprendizaje automático basado en árboles de decisión incrementales para diagnosticar una salida positiva de TEA, una salida negativa de TEA o una salida indeterminada. Este estudio comparó las salidas del dispositivo con el acuerdo diagnóstico de dos o más especialistas independientes en niños con preocupaciones por retrasos en el desarrollo.

El PPV de la salida del dispositivo para todos los participantes completos del estudio fue del 80.8% y el NPV fue del 98.3%. Para el 31.8% de los participantes que recibieron una salida determinada (positiva o negativa para TEA), la sensibilidad del dispositivo fue del 98.4% y la especificidad fue del 78.9%. La salida indeterminada del dispositivo actúa como una medida de control de riesgos cuando las entradas no son lo suficientemente detalladas para hacer una recomendación determinada con confianza.

Si se eliminara esta medida de control de riesgos, la sensibilidad para todos los participantes del estudio caería al 51.6% (y la especificidad caería al 18.5%. Entre los participantes a los que el dispositivo se abstuvo de proporcionar un resultado, los especialistas identificaron que el 91% tenía uno o más trastornos complejos del neurodesarrollo. El dispositivo muestra promesas para aumentar significativamente el número de niños que pueden ser diagnosticados con TEA en un entorno de atención primaria, lo que podría facilitar una intervención más temprana y un uso más eficiente de los recursos especializados. [3]

* Sensitivity is the “true positive rate,” equivalent to a/a+c.
* Specificity is the “true negative rate,” equivalent to d/b+d.

Continuando con otros proyectos destinados al diagnóstico de TEA, la empresa Neurometrics ha desarrollado un prototipo de aplicación web que combina la utilización de datos de seguimiento ocular “eyetracking” y algoritmos de Machine Learning. Con esto se logra generar un pre-diagnóstico del Trastorno del Espectro Autista (TEA) en niños de 1 a 6 años. El proyecto, de nombre BRILAB, genera en cuestión de minutos un reporte en línea mediante una prueba estandarizada, con lo cual los niños que así lo requieran pueden ser derivados a un médico especialista oportunamente.

El reporte generado a partir de BRILAB se compone de una serie de indicadores. Estos están basados en los patrones de lectura del niño, que muestran la probabilidad y escala en la que se podría ubicar cada uno en base a un algoritmo de Machine Learning. Algoritmo que fue entrenado para tener la capacidad de distinguir entre un niño neurotípico y uno con autismo. [4]

Además, Saturdays.ai, una organización que capacita a las personas para aprender Inteligencia Artificial de forma colaborativa y basada en proyectos, ha desarrollado una herramienta de tamizaje orientada para niños y adolescentes entre 4 y 17 años con características para alertar al diagnóstico clínico. Estudios piloto han validado el Cuestionario de Comunicación Social (SCQ) como instrumento para la detección del TEA en muestras ecuatorianas[**[3]**](https://saturdays.ai/2021/11/19/inteligencia-artificial-diagnostico-trastornos-desarrollo). Los resultados obtenidos fueron prometedores, mostrando porcentajes aceptables tanto en casos con TEA como sin él. [5]

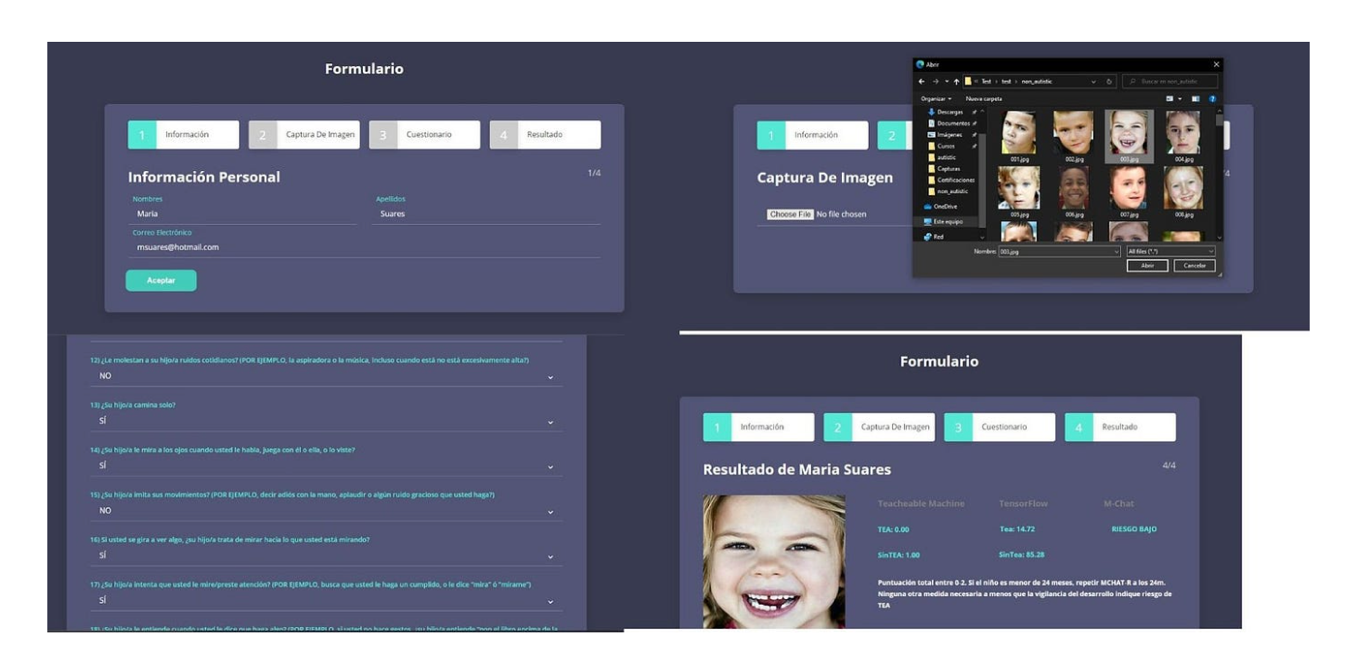


Ilustración 1. Herramienta Saturdays.ai.

Streamlit es un framework de código abierto para crear aplicaciones web interactivas de manera rápida y sencilla en Python. Con Streamlit, los desarrolladores pueden crear interfaces de usuario de alta calidad para visualizar datos, presentar modelos de aprendizaje automático y crear prototipos de aplicaciones web. La principal ventaja de Streamlit es su enfoque en la simplicidad. [6]

tf.keras ofrece una interfaz de programación de aplicaciones (API) para construir y entrenar modelos de aprendizaje profundo en TensorFlow. Proporciona una amplia gama de herramientas para la construcción de modelos, el procesamiento de datos, el entrenamiento y la evaluación, y la predicción de resultados en unas pocas líneas de código. tf.keras también admite una variedad de arquitecturas de red neuronal, como redes neuronales convolucionales, redes neuronales recurrentes, y redes neuronales de retroalimentación. [7]

Hay que organizar esto que lo tiene un poco “desparramado” y terminar con alguna frase que nos ligue con el siguiente apartado.

# Objetivos

## Objetivo general

El objetivo principal de este proyecto es **mejorar el diagnóstico temprano de TEA en niños**, lo que permitiría una intervención temprana y una atención médica adecuada. Se busca utilizar información de los profesionales implicados para desarrollar un sistema de diagnóstico más preciso y efectivo.

## Lista de objetivos específicos

En relación con el objetivo general se han definido los siguientes objetivos específicos:

1. **Identificar y evaluar los factores de riesgo y las características clínicas asociadas** con el trastorno del espectro autista, con el objetivo de mejorar la identificación temprana y la comprensión de los síntomas.
2. **Promover una mayor conciencia y educación sobre los trastornos del espectro autista**, tanto entre los profesionales de la salud como en la población en general, para que se pueda fomentar una detección temprana y una atención médica adecuada y fomentar la colaboración entre diferentes disciplinas y profesionales de la salud, como pediatras, neurólogos, psiquiatras y psicólogos, para mejorar la evaluación y el diagnóstico de los trastornos del espectro autista.
3. **Desarrollar y mejorar las herramientas y los protocolos de diagnóstico existentes** para el trastorno del espectro autista, con el objetivo de mejorar la precisión y la fiabilidad del diagnóstico. Esto podría incluir la revisión de las guías de diagnóstico existentes, la incorporación de nuevas herramientas y pruebas, y la mejora de la capacitación de los profesionales de la salud en la evaluación de los síntomas y la realización del diagnóstico.
4. **Promover estrategias de intervención temprana** para niños con trastornos del espectro autista, con el objetivo de mejorar su calidad de vida y su capacidad para desarrollarse plenamente.

## Métodos de Validación

Para cada uno de los objetivos específicos identificados se ha definido un método de validación:

1. Para **identificar y evaluar los factores de riesgo y las características clínicas asociadas** con el trastorno del espectro autista …
2. Para **promover una mayor conciencia y educación sobre los trastornos del espectro autista** …
3. Para **desarrollar y mejorar las herramientas y los protocolos de diagnóstico existentes** para el trastorno del espectro autista …
4. Para **promover estrategias de intervención temprana** para niños con trastornos del espectro autista …

# Plan de Desarrollo del Proyecto

## Metodología

La metodología en cascada es un enfoque de desarrollo de software que sigue una secuencia lineal y rígida de etapas, desde la definición de requerimientos hasta la implementación y mantenimiento. Estas etapas se ejecutan de manera secuencial, y cada etapa debe completarse antes de pasar a la siguiente.

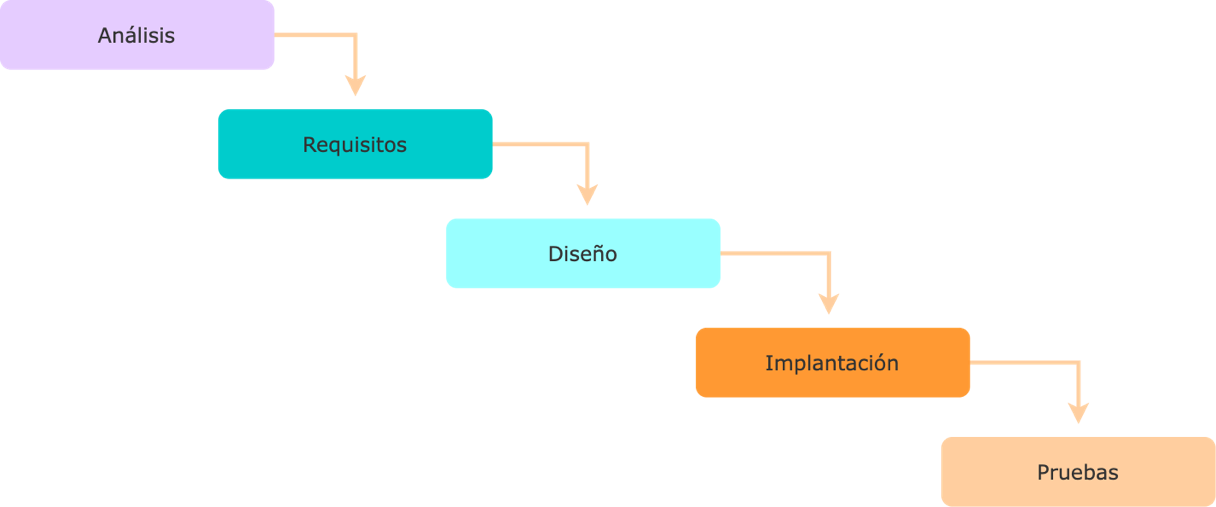


Ilustración 2. Metodología en cascada.

En el contexto de este proyecto, se ha elegido la metodología en cascada por las siguientes razones:

1. **Estructura clara y predecible**: La metodología de cascada proporciona un proceso bien estructurado y fácil de entender que divide el proyecto en etapas claramente definidas. Esto facilita la planificación y el seguimiento del progreso del proyecto.
2. **Enfoque en la documentación**: La metodología de cascada hace hincapié en la documentación detallada en cada etapa del proceso, lo que puede resultar beneficioso para mantener un registro claro de los objetivos, requisitos y decisiones tomadas a lo largo del proyecto.
3. **Adecuada para proyectos con requisitos bien definidos:** Dado que este proyecto tiene un objetivo claro (mejorar el diagnóstico temprano de TEA en niños mediante el uso de redes neuronales profundas y técnicas de aprendizaje automático), la metodología de cascada puede ser adecuada para garantizar que se cumplan todos los requisitos de manera sistemática.
4. **Facilita la estimación de tiempo y recursos**: Como el proyecto se divide en etapas lineales y secuenciales, resulta más fácil estimar el tiempo y los recursos necesarios para cada fase.

Sin embargo, también es importante tener en cuenta las desventajas de la metodología de cascada, especialmente en relación con este proyecto:

1. **Falta de flexibilidad**: La metodología de cascada es rígida en cuanto a la secuencia de etapas y puede ser difícil de adaptar si surgen cambios en los requisitos o nuevos descubrimientos durante el proceso de desarrollo. En el campo de aprendizaje automático, esto podría ser un problema si se requieren ajustes en las técnicas utilizadas o en la selección de datos.
2. **Retrasos en la detección de problemas**: Dado que la etapa de pruebas se realiza después de la implementación, es posible que los problemas no se detecten hasta más tarde en el proceso de desarrollo, lo que podría aumentar los costes y el tiempo requerido para solucionarlos.

## Tecnologías

En el contexto de este proyecto, las tecnologías principales con las que se trabaja serán:

1. **TensorFlow**: TensorFlow es una biblioteca de código abierto desarrollada por Google Brain Team para desarrollar y entrenar modelos de aprendizaje automático y redes neuronales profundas. Es especialmente útil para trabajar con redes neuronales y facilita el desarrollo, entrenamiento y validación de modelos de aprendizaje profundo.
2. **Keras**: Keras es una interfaz de alto nivel para TensorFlow que facilita la creación y el entrenamiento de modelos de aprendizaje profundo. Keras simplifica el proceso de construcción de redes neuronales al proporcionar bloques de construcción predefinidos y abstraer detalles de implementación de bajo nivel.
3. **Scikit-learn**: Scikit-learn es una biblioteca de aprendizaje automático de código abierto para Python que proporciona herramientas simples y eficientes para el análisis de datos y la minería de datos. Ofrece funciones para preprocesamiento de datos, selección de características, ajuste de modelos y evaluación del rendimiento.
4. **NumPy y Pandas**: NumPy es una biblioteca de Python para trabajar con matrices y cálculos matemáticos multidimensionales, mientras que Pandas es una biblioteca de manipulación y análisis de datos que proporciona estructuras de datos y funciones necesarias para trabajar con datos estructurados. Ambas bibliotecas son fundamentales para el manejo y procesamiento de datos en este proyecto.
5. **OpenCV**: OpenCV (Open Source Computer Vision Library) es una biblioteca de código abierto que incluye varias funciones y algoritmos para el procesamiento de imágenes y visión por computadora. Si se utilizan imágenes médicas como parte de las fuentes de información, OpenCV puede ser útil para preprocesar y analizar dichas imágenes.
6. **Streamlit**: Streamlit es un marco de código abierto para crear aplicaciones web interactivas y rápidas utilizando Python. Permite desarrollar interfaces de usuario intuitivas y atractivas con una cantidad mínima de código. Streamlit se utilizará para desarrollar la interfaz del sistema de diagnóstico de TEA.
7. **Jupyter Notebook**: Jupyter Notebook es una aplicación web de código abierto que permite la creación y el intercambio de documentos que contienen código en vivo, ecuaciones, visualizaciones y texto narrativo. Esta herramienta es útil para la experimentación, el análisis y la presentación de resultados en el campo del aprendizaje automático y la ciencia de datos.

## Plan de desarrollo del proyecto

### PT1: Análisis e investigación previa.

En esta fase se realizará una investigación exhaustiva de los trastornos del espectro autista (TEA), con el objetivo de profundizar en su conocimiento y entender los desafíos que implica su diagnóstico. Además, se identificarán técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales que puedan resultar útiles para abordar el problema. Los resultados obtenidos en esta etapa proporcionarán una sólida base para el diseño y la implementación del sistema.

**PT1-A1: Investigar trastornos del espectro autista (TEA)**

En esta actividad, se investigarán los trastornos del espectro autista y los desafíos del diagnóstico para adquirir un conocimiento sólido sobre el tema. Se revisará la literatura científica y médica relacionada con TEA y se identificarán los desafíos en el diagnóstico de TEA. El resultado será un documento con información relevante sobre TEA y los desafíos del diagnóstico, lo que servirá como base para el resto del proyecto.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT1-A1 | **Nombre** | Investigar trastornos del espectro autista (TEA) |
| **Descripción** | Profundizar en el conocimiento de los trastornos del espectro autista y los desafíos del diagnóstico. | | |
| **Entradas** | Fuentes de información médica | | |
| **Salidas** | Apartado con información relevante sobre TEA y desafíos de diagnóstico | | |
| **Tareas** | * Revisar literatura científica y médica relacionada con TEA * Identificar desafíos en el diagnóstico de TEA | | |
| **Duración** | 1 semana (1-7 de enero de 2023) | | |

Tabla 1. Investigar trastornos del espectro autista.

**PT1-A2: Analizar fuentes de información médica**

Esta actividad implica investigar y seleccionar las fuentes de información médica más relevantes y útiles para el proyecto. Se investigarán fuentes relacionadas con TEA y se seleccionarán las más adecuadas en función de su relevancia y utilidad. El resultado será un listado de fuentes de información médica seleccionadas que se utilizarán en las siguientes fases del proyecto.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT1-A2 | **Nombre** | Analizar fuentes de información médica. |
| **Descripción** | Investigar y seleccionar las fuentes de información médica más relevantes y útiles para el proyecto. | | |
| **Entradas** | Conocimientos sobre trastornos del espectro autista (TEA). | | |
| **Salidas** | Listado de fuentes de información médica seleccionadas. | | |
| **Tareas** | * Investigar fuentes de información médica relacionadas con TEA * Seleccionar las fuentes de información más relevantes y útiles | | |
| **Duración** |  | | |

Tabla 2. Analizar fuentes de información médica.

**PT1-A3: Investigar técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales**

En esta actividad, se investigarán y seleccionarán las técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales profundas más apropiadas para el diagnóstico de TEA. Se revisará la literatura científica y técnica relacionada con el aprendizaje automático y las redes neuronales aplicadas a diagnósticos médicos. El resultado será un listado de técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales seleccionadas que se utilizarán en el diseño y la implementación del sistema de diagnóstico de TEA.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT1-A3 | **Nombre** | Investigar técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales. |
| **Descripción** | Investigar y seleccionar las técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales profundas más apropiadas para el diagnóstico de TEA. | | |
| **Entradas** | Conocimientos en aprendizaje automático y redes neuronales, desafíos de diagnóstico de TEA identificados. | | |
| **Salidas** | Listado de técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales seleccionadas. | | |
| **Tareas** | * Revisar literatura científica y técnica relacionada con aprendizaje automático y redes neuronales aplicadas a diagnósticos médicos * Seleccionar las técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales más apropiadas para el diagnóstico de TEA | | |
| **Duración** |  | | |

Tabla 3. Investigar técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales.

### PT2: Definición de requerimientos.

En esta fase se definirán los objetivos específicos y generales del proyecto, así como las métricas de evaluación que se utilizarán para medir el rendimiento del sistema de diagnóstico. También se seleccionarán las técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales más adecuadas para el proyecto en función de los objetivos definidos.

**PT2-A1: Definir objetivos específicos y generales**

Esta actividad consiste en establecer los objetivos generales y específicos del proyecto. Se definirá el objetivo general y se establecerán objetivos específicos en función de la investigación previa realizada, la información relevante sobre TEA y los desafíos del diagnóstico, y las técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales seleccionadas. El resultado será un listado de objetivos generales y específicos que guiarán el desarrollo del proyecto.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT2-A1 | **Nombre** | Analizar fuentes de información médica. |
| **Descripción** | Establecer objetivos y requerimientos específicos del proyecto. | | |
| **Entradas** | Investigación previa realizada, información relevante sobre TEA y desafíos de diagnóstico | | |
| **Salidas** | Listado de objetivos generales y específicos. | | |
| **Tareas** | * Definir el objetivo general * Definir objetivos específicos | | |
| **Duración** |  | | |

Tabla 4. Analizar fuentes de información médica.

**PT2-A2: Determinar técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales**

En este apartado, se evaluarán y seleccionarán las técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales más adecuadas y eficientes para el diagnóstico de TEA. Este proceso incluye la revisión de las técnicas investigadas en función de los objetivos específicos y los desafíos de diagnóstico de TEA. Al final de esta actividad, se dispondrá de una lista final de técnicas seleccionadas para implementar en el sistema de diagnóstico.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT2-A2 | **Nombre** | Determinar técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales |
| **Descripción** | Seleccionar las técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales profundas a utilizar en el proyecto. | | |
| **Entradas** | Objetivos específicos, conocimientos en aprendizaje automático y redes neuronales, listado de técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales investigadas. | | |
| **Salidas** | Listado final de técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales seleccionadas. | | |
| **Tareas** | * Evaluar las técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales investigadas en función de los objetivos específicos y los desafíos de diagnóstico de TEA. * Seleccionar las técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales más adecuadas y eficientes para el diagnóstico de TEA. | | |
| **Duración** |  | | |

Tabla 5. Determinar técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales

**PT2-A3: Establecer métricas de evaluación**

En esta actividad, se definirán las métricas de evaluación del sistema de diagnóstico. Se investigarán las métricas de evaluación relevantes para el diagnóstico de TEA y se seleccionarán las más adecuadas en función de los objetivos específicos y las técnicas seleccionadas. El resultado será un listado de métricas de evaluación que se utilizarán para evaluar el rendimiento del sistema de diagnóstico de TEA.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT2-A3 | **Nombre** | Establecer métricas de evaluación. |
| **Descripción** | Definir las métricas de evaluación del sistema de diagnóstico. | | |
| **Entradas** | Objetivos específicos, técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales seleccionadas. | | |
| **Salidas** | Listado de métricas de evaluación. | | |
| **Tareas** | * Investigar métricas de evaluación relevantes para el diagnóstico de TEA * Seleccionar las métricas de evaluación más adecuadas en función de los objetivos específicos y las técnicas seleccionadas | | |
| **Duración** |  | | |

Tabla 6. Establecer métricas de evaluación.

### PT3: Diseño

En esta fase se llevará a cabo el diseño de la arquitectura de la red neuronal profunda y se establecerá el flujo de datos para integrar las fuentes de información médica con la red. También se diseñará la interfaz de usuario que permitirá a los profesionales médicos acceder y utilizar el sistema de diagnóstico.

**PT3-A1: Definir el flujo de datos**

El objetivo de esta actividad es establecer cómo se integrarán las distintas fuentes de información médica con la red neuronal profunda. Se identificarán los procesos de preprocesamiento de datos necesarios y se diseñará el flujo de datos entre las fuentes de información y la red neuronal. Al final de esta actividad, se dispondrá de un diagrama de flujo de datos que guiará el proceso de preparación y uso de los datos en el sistema de diagnóstico.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT3-A2 | **Nombre** | Definir el flujo de datos. |
| **Descripción** | Establecer cómo se integrarán las distintas fuentes de información médica con la red neuronal. | | |
| **Entradas** | Tipo de red neuronal, fuentes de información médica. | | |
| **Salidas** | Diagrama de flujo de datos. | | |
| **Tareas** | * Identificar los procesos de preprocesamiento de datos necesarios * Diseñar el flujo de datos entre las fuentes de información y la red neuronal | | |
| **Duración** |  | | |

Tabla 7. Definir el flujo de datos.

**PT3-A2: Diseñar la interfaz de usuario**

El objetivo de esta actividad es crear la interfaz de usuario y definir cómo se presentará la información del diagnóstico a los profesionales médicos. Se investigarán las interfaces de usuario utilizadas en sistemas de diagnóstico médico similares y se diseñará la interfaz de usuario teniendo en cuenta las necesidades de los profesionales médicos y los requerimientos del sistema. Al final de esta actividad, se dispondrá de un diseño de la interfaz de usuario que guiará el proceso de implementación.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT3-A3 | **Nombre** | Diseñar la interfaz de usuario. |
| **Descripción** | Crear la interfaz de usuario y definir cómo se presentará la información del diagnóstico a los profesionales médicos. | | |
| **Entradas** | Arquitectura de la red neuronal, flujo de datos, requerimientos del sistema. | | |
| **Salidas** | Diseño de la interfaz de usuario. | | |
| **Tareas** | * Investigar interfaces de usuario utilizadas en sistemas de diagnóstico médico similares * Diseñar la interfaz de usuario teniendo en cuenta las necesidades de los profesionales médicos y los requerimientos del sistema | | |
| **Duración** |  | | |

Tabla 8. Diseñar la interfaz de usuario.

### PT4: Implementación

En esta fase se prepararán los datos y se implementará la red neuronal profunda utilizando las técnicas de aprendizaje automático y optimización seleccionadas. También se codificará la interfaz de usuario diseñada y se integrará con la red neuronal profunda.

**PT4-A1: Preparar los datos**

El objetivo de esta actividad es procesar y preparar las fuentes de información médica para su uso en la red neuronal. Se preprocesarán las fuentes de información médica de acuerdo con el flujo de datos establecido en PT3-A2 y se dividirá el conjunto de datos en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba. Al final de esta actividad, se dispondrá de un conjunto de datos procesados y listos para su uso en la red neuronal.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT4-A1 | **Nombre** | Preparar los datos. |
| **Descripción** | Procesar y preparar las fuentes de información médica para su uso en la red neuronal. | | |
| **Entradas** | Fuentes de información médica, diagrama de flujo de datos. | | |
| **Salidas** | Conjunto de datos procesados y listos para su uso en la red neuronal. | | |
| **Tareas** | * Preprocesar las fuentes de información médica de acuerdo con el flujo de datos establecido * Dividir el conjunto de datos en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba | | |
| **Duración** |  | | |

Tabla 9. Preparar los datos.

**PT4-A2: Desarrollar e implementar un algoritmo de búsqueda automatizada para explorar y evaluar múltiples arquitecturas de redes neuronales**

En esta actividad, se desarrollará e implementará un algoritmo de búsqueda automatizada que permita explorar y evaluar múltiples arquitecturas de redes neuronales. El objetivo es encontrar la arquitectura que mejor se adapte a los datos y proporcione un rendimiento óptimo en el diagnóstico de TEA.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT4-A2 | **Nombre** | Desarrollar e implementar un algoritmo de búsqueda automatizada |
| **Descripción** | Desarrollar e implementar un algoritmo de búsqueda automatizada para explorar y evaluar múltiples arquitecturas de redes neuronales. | | |
| **Entradas** | Técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales seleccionadas, conjuntos de datos de entrenamiento y validación | | |
| **Salidas** | Algoritmo de búsqueda automatizada implementado | | |
| **Tareas** | * Diseñar el algoritmo de búsqueda automatizada * Implementar el algoritmo en un entorno de programación * Integrar el algoritmo con los conjuntos de datos de entrenamiento y validación | | |
| **Duración** |  | | |

Tabla 10. Implementar la red neuronal profunda.

**PT4-A3: Entrenar y validar las arquitecturas de red neuronal**

Esta actividad se centra en el entrenamiento y validación de las diferentes arquitecturas de red neuronal exploradas y evaluadas en la actividad anterior (PT4-A2). El objetivo es determinar qué arquitectura de red neuronal ofrece el mejor rendimiento en términos de precisión y eficiencia en el diagnóstico de TEA.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT4-A3 | **Nombre** | Entrenar y validar las arquitecturas de red neuronal |
| **Descripción** | Entrenar y validar las arquitecturas de red neuronal para determinar cuál ofrece el mejor rendimiento en términos de precisión y eficiencia en el diagnóstico de TEA. | | |
| **Entradas** | Algoritmo de búsqueda automatizada implementado, conjuntos de datos de entrenamiento y validación. | | |
| **Salidas** | Arquitectura de red neuronal óptima. | | |
| **Tareas** | * Entrenar las arquitecturas de red neuronal utilizando el conjunto de datos de entrenamiento I * Validar las arquitecturas de red neuronal utilizando el conjunto de datos de validación * Seleccionar la arquitectura de red neuronal óptima en base a los resultados obtenidos | | |
| **Duración** |  | | |

Tabla 11. Entrenar y validar las arquitecturas de red neuronal.

**PT4-A4: Implementar la interfaz de usuario**

El objetivo de esta actividad es codificar la interfaz de usuario diseñada y asegurar su correcta interacción con la red neuronal profunda. Se seleccionará un lenguaje de programación y bibliotecas adecuadas para la implementación de la interfaz de usuario, se codificará la interfaz de usuario siguiendo el diseño establecido y se integrará la interfaz de usuario con la red neuronal profunda. Al final de esta actividad, se dispondrá del código fuente de la interfaz de usuario.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT4-A4 | **Nombre** | Implementar la interfaz de usuario. |
| **Descripción** | Codificar la interfaz de usuario diseñada y asegurar su correcta interacción con la red neuronal profunda | | |
| **Entradas** | Diseño de la interfaz de usuario, código fuente de la red neuronal profunda. | | |
| **Salidas** | Código fuente de la interfaz de usuario. | | |
| **Tareas** | * Codificar la interfaz de usuario siguiendo el diseño establecido * Integrar la interfaz de usuario con la red neuronal profunda | | |
| **Duración** | 1 semana (26 de marzo - 1 de abril de 2023) | | |

Tabla 12. Implementar la interfaz de usuario.

### PT5: Pruebas y validación

En esta fase, se realizarán pruebas y validaciones del sistema de diagnóstico de TEA para garantizar su funcionamiento correcto y eficiente. Se evaluará el rendimiento del sistema utilizando las métricas de evaluación establecidas y se realizarán pruebas con usuarios finales para garantizar que la interfaz de usuario cumple con sus necesidades y expectativas.

**PT5-A1: Evaluar el rendimiento del sistema**

El objetivo de esta actividad es evaluar el rendimiento del sistema de diagnóstico utilizando las métricas de evaluación seleccionadas. Se aplicarán las métricas de evaluación al conjunto de datos de prueba y se analizarán los resultados para determinar la eficacia del sistema en la identificación de casos de TEA.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT5-A1 | **Nombre** | Evaluar el rendimiento del sistema. |
| **Descripción** | Evaluar el rendimiento del sistema de diagnóstico utilizando las métricas de evaluación seleccionadas. | | |
| **Entradas** | Arquitectura de red neuronal óptima, conjunto de datos de prueba, métricas de evaluación. | | |
| **Salidas** | Resultados de las métricas de evaluación aplicadas al sistema de diagnóstico. | | |
| **Tareas** | * Aplicar las métricas de evaluación al conjunto de datos de prueba * Analizar los resultados obtenidos y determinar la eficacia del sistema en la identificación de casos de TEA | | |
| **Duración** |  | | |

Tabla 13. Evaluar el rendimiento del sistema.

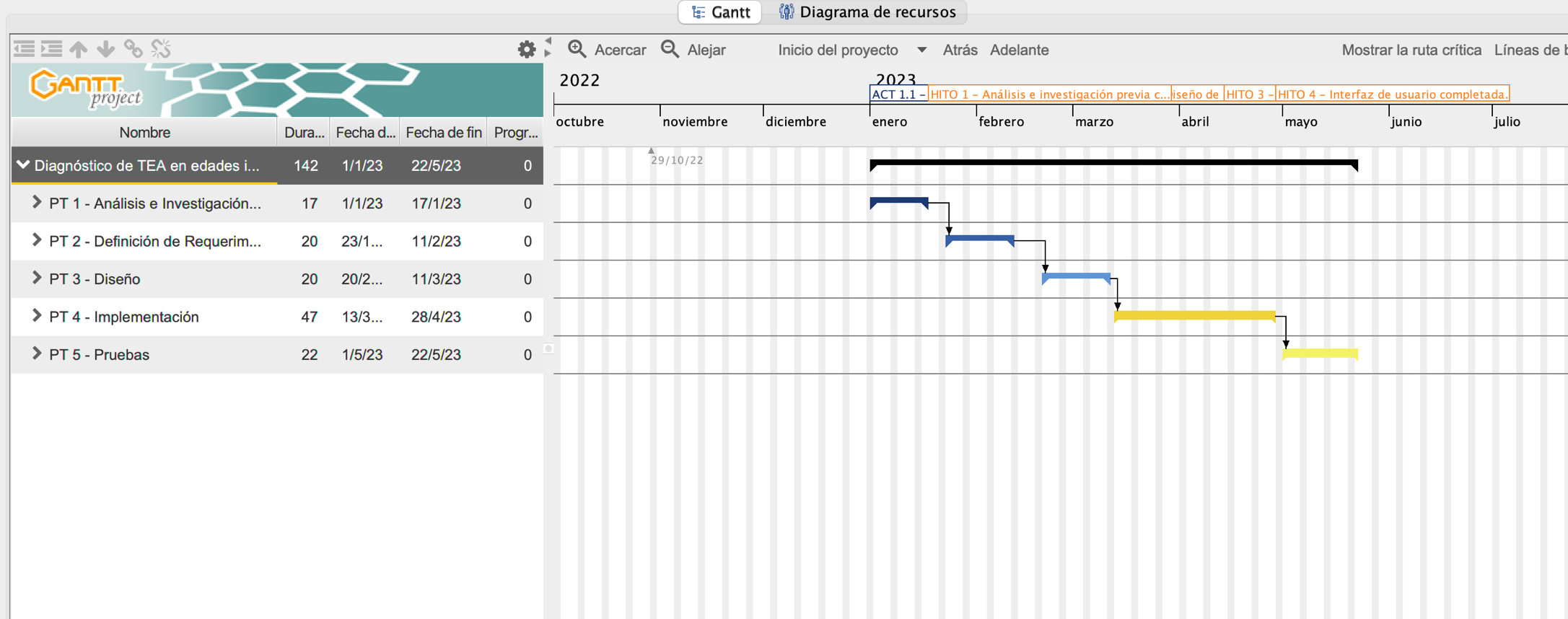
**PT5-A2: Realizar pruebas con usuarios finales**

En esta actividad, se llevarán a cabo pruebas con usuarios finales (profesionales médicos) para evaluar la usabilidad y funcionalidad de la interfaz de usuario y recopilar sus opiniones y sugerencias. Estas pruebas permitirán realizar ajustes y mejoras en la interfaz de usuario y en el sistema de diagnóstico en general.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT5-A2 | **Nombre** | Realizar pruebas con usuarios finales. |
| **Descripción** | Evaluar la usabilidad y funcionalidad de la interfaz de usuario con la ayuda de profesionales médicos. | | |
| **Entradas** | Código fuente de la interfaz de usuario, sistema de diagnóstico implementado. | | |
| **Salidas** | Opiniones y sugerencias de los usuarios finales, ajustes y mejoras en la interfaz de usuario y en el sistema de diagnóstico. | | |
| **Tareas** | * Organizar sesiones de prueba con profesionales médicos * Recopilar opiniones y sugerencias de los usuarios finales * Implementar ajustes y mejoras en la interfaz de usuario y en el sistema de diagnóstico en función de las opiniones y sugerencias recibidas | | |
| **Duración** |  | | |

## Plan de Trabajo

### Plan de Trabajo Inicial



### Plan de Trabajo Final

Aquí se pega el Gantt final cuando se ha terminado el proyecto y se comentan las diferencias con el inicial

## Recursos.

En el desarrollo y validación de este proyecto han colaborado diversos profesionales de la salud, incluyendo psicólogos y educadores, con el objetivo de asegurar la precisión y relevancia de los resultados obtenidos.

El ordenador utilizado para el desarrollo del proyecto ha sido un MacBook Pro modelo MacBookPro15,2, con un procesador Intel Core i5 de 4 núcleos a 2.3 GHz y 8 GB de memoria RAM. Este ordenador ha sido suficiente para llevar a cabo todas las tareas necesarias durante el desarrollo del proyecto.

En cuanto a las herramientas y tecnologías utilizadas, se ha empleado TensorFlow y Keras para el desarrollo y entrenamiento de la red neuronal profunda. Scikit-learn ha sido utilizado para la evaluación y validación del sistema de diagnóstico, mientras que NumPy y Pandas han sido fundamentales para el manejo y procesamiento de datos en el proyecto. OpenCV ha sido utilizado en caso de que se empleen imágenes médicas como fuentes de información.

Para el desarrollo de la interfaz de usuario se ha utilizado Streamlit, que ha permitido crear una interfaz intuitiva y atractiva con una cantidad mínima de código. Por último, Jupyter Notebook ha sido una herramienta útil para la experimentación, el análisis y la presentación de resultados en el campo del aprendizaje automático y la ciencia de datos.

## Costes

A continuación, se presenta una estimación de los costes asociados al desarrollo del proyecto. Se han considerado los costes de recursos humanos, hardware, software y otros gastos relacionados.

* Recursos humanos:
* Hardware: El proyecto se ha desarrollado en un MacBook Pro modelo MacBookPro15,2, con un procesador Intel Core i5 de 4 núcleos a 2.3 GHz y 8 GB de memoria RAM. El costo de este equipo es aproximadamente de ..
* Software: Las herramientas y tecnologías utilizadas en el proyecto incluyen TensorFlow, Keras, Scikit-learn, NumPy, Pandas, OpenCV y Streamlit. Todas estas herramientas son de código abierto y gratuitas, por lo que no se han generado costes adicionales en términos de licencias de software.
* Consultoría: Dado que se han colaborado diversos profesionales de la salud, incluyendo psicólogos y educadores, se estima un coste de $3,000 en consultoría y capacitación para asegurar la precisión y relevancia de los resultados obtenidos.
* Gastos generales: Se estima un costo adicional de $1,000 para gastos misceláneos, que incluyen material de oficina, conexión a Internet, electricidad y otros gastos relacionados con el desarrollo del proyecto.

En resumen, la estimación de costes del proyecto es la siguiente:

**Recursos humanos**:

**Hardware**:

**Software**: 0 (software de código abierto y gratuito)

**Consultoría**:

**Gastos generales**:

**Coste total estimado**: $15,500

Esta estimación proporciona una visión general de los costes asociados al proyecto. Sin embargo, cabe mencionar que los costes pueden variar en función de factores como la duración del proyecto, los recursos disponibles y las tarifas de consultoría específicas.

## Condicionantes y Limitaciones

Se describirán posibles condicionantes o limitaciones con los que el alumno se ha encontrado en el proyecto.

# Desarrollo de la Solución Técnica

Descripción fase a fase del trabajo realizado y los resultados parciales que se han ido obteniendo. En ningún caso se incluirá aquí código fuente. La descripción se hará siguiendo la estructura de PT presentada en el capítulo anterior.

## PT1

Se describirá cómo se ha llevado a cabo este paquete, que resultados se han obtenido, dificultades afrontadas, desviaciones frente a lo previsto, etc.

## PT2

Lo mismo para cada uno de los paquetes de trabajo.

La plataforma admitirá 5 tipos de profesionales: psicólogos, docentes, terapeutas ocupacionales, logopedas y pediatras.

Cada profesional deberá tener un usuario (DNI) y contraseña únicos para acceder a la plataforma.

Los profesionales podrán iniciar sesión en la plataforma ingresando su DNI y contraseña. Si las credenciales son correctas, se les otorgará acceso a la plataforma.

Una vez dentro de la plataforma, el profesional tendrá la opción de agregar nuevos niños utilizando un botón específico. Al hacer clic en el botón, se desplegará un formulario para ingresar los datos del niño.

Los profesionales podrán ingresar la siguiente información para cada niño:

Nombre

Apellidos

Fecha de nacimiento

Género

Antecedentes familiares de trastornos del neurodesarrollo

Diagnóstico previo

Observaciones adicionales

Después de ingresar los datos del niño, el profesional podrá guardar la información haciendo clic en un botón "Guardar". La información se almacenará en la base de datos y se asociará con el profesional correspondiente.

Los profesionales podrán ver una lista de los niños que han registrado en la plataforma. La lista mostrará información básica de cada niño, como nombre y apellidos, y se podrá hacer clic en cada niño para ver más detalles o editar la información.

Al seleccionar un niño, el profesional tendrá la opción de realizar un diagnóstico de TEA utilizando el cuestionario y la imagen de la cara del niño. El cuestionario incluirá preguntas relacionadas con habilidades y comportamientos clave asociados al TEA (bloque 2) y dinámicas cortas con el profesional (bloque 3).

Una vez completado el cuestionario y adjuntada la imagen del niño, el profesional podrá enviar las respuestas y recibir el diagnóstico. El diagnóstico se generará mediante redes neuronales profundas y se almacenará en la base de datos asociada al niño correspondiente.

Los profesionales podrán consultar los diagnósticos realizados para cada niño y actualizar la información del diagnóstico si es necesario.

La plataforma ofrecerá a los profesionales la posibilidad de actualizar sus contraseñas y modificar sus perfiles, incluyendo el tipo de profesional y la información de contacto.

La plataforma incluirá medidas de seguridad para proteger la información almacenada y garantizar la confidencialidad de los datos de los niños y los profesionales.

# Resultados

En este capítulo se describirán e interpretarán los resultados obtenidos en el proyecto y se hará un análisis crítico de los mismos. Se contrastarán estos resultados con los esperados y se ha de justificar cualquier desviación producida.

Para cada objetivo, se describirán los resultados de aplicar los métodos de validación y se describirá el grado de alcance consecución de los mismos, aportando las evidencias que lo justifiquen.

# Implicaciones Éticas e Impacto Social

Reflexión acerca de las implicaciones éticas y antropológicas derivadas del proyecto, así como el impacto social del mismo

**Bloque 1: Datos personales**

* Nombre: Nombre completo del niño (Texto).
* Edad: Edad del niño en meses (Número).
* Sexo: Sexo del niño (Categórico: Masculino/Femenino/Otro).
* Antecedentes familiares: Trastornos del neurodesarrollo (Categórico: Sí/No).

**Bloque 2: Preguntas relacionadas con habilidades y comportamientos clave asociados al TEA**

Comunicación:

* Comunicación verbal: Nivel de lenguaje y vocabulario del niño (Escala de Likert).
* Comunicación no verbal: Uso de gestos y expresiones faciales (Escala de Likert).
* Comprensión: Procesamiento verbal y comprensión de instrucciones (Escala de Likert).
* Conversación: Reciprocidad en el lenguaje, turnos de palabra (Escala de Likert).

Interacción social:

* Interacción social recíproca: Interés y habilidad para interactuar con otros niños (Escala de Likert).
* Conductas empáticas: Manifestación de empatía hacia los demás (Escala de Likert).
* Compartir pensamientos: Expresión de pensamientos y emociones propias (Escala de Likert).
* Reciprocidad emocional: Reacción y adaptación adecuada a las emociones y pensamientos de los demás (Escala de Likert).
* Contacto visual: Uso del contacto visual en la interacción social (Escala de Likert).

Juego:

* Juego simbólico: Habilidad para participar en juegos de roles (Escala de Likert).

Cognitivo:

* Flexibilidad cognitiva: Adaptación a cambios en rutinas o actividades (Escala de Likert).
* Regulación emocional: Habilidad para manejar emociones y frustraciones (Escala de Likert).
* Función ejecutiva: Planificación, organización y control de impulsos (Escala de Likert).
* Memoria de trabajo: Capacidad para recordar y seguir instrucciones simples (Escala de Likert).

Motor:

* Habilidades motoras finas: Destrezas manuales y coordinación (Escala de Likert).
* Habilidades motoras gruesas: Coordinación de movimientos corporales y equilibrio (Escala de Likert).

Conductas e intereses:

* Comportamientos repetitivos: Presencia de estereotipias o rituales (Escala de Likert).
* Respuesta a estímulos sensoriales: Reacción a diferentes estímulos sensoriales (Escala de Likert).

**Bloque 3: Dinámicas cortas con el profesional**

Comunicación:

* Imitación de acciones: Niño imita acciones simples del profesional (Número de acciones imitadas).

Interacción social:

* Atención compartida: Evaluar la capacidad del niño para seguir la atención del profesional (Número de veces que sigue la atención).
* Contacto visual, sonrisa social, acto de señalar, mostrar (Número de interacciones exitosas).

Juego:

* Uso de juguetes: Observar el uso apropiado funcional de los objetos de juguetes bajo la guía del profesional (Número de juguetes usados correctamente).
* Juego simbólico en persona: Observar la habilidad del niño para participar en juegos de roles con el profesional (Número de juegos de roles exitosos).

Cognitivo:

* Inflexibilidad o rigidez mental: Evaluación de la adaptación a cambios en las actividades propuestas (Número de adaptaciones exitosas).
* Creatividad: Observación de la creatividad del niño en las actividades propuestas (Número de manifestaciones creativas).

Motor:

* Evaluación de habilidades motoras: Observar el desarrollo de habilidades motoras durante las actividades (Número de habilidades motoras exitosas).

Conductas e intereses:

* Reacción a estímulos sensoriales: Observar la respuesta del niño a diferentes estímulos sensoriales presentados por el profesional (Número de respuestas adecuadas).

# Conclusiones

Elaboración de las principales conclusiones que se extraen tras el desarrollo del proyecto. Análisis de las posibilidades de evolución futura del trabajo presentado.

# Otros Méritos del Proyecto

Aquí se podrán describir todos los méritos adicionales del proyecto, es decir, resultados obtenidos no esperados, que aportan un valor adicional al proyecto (disponibilidad pública del sistema o los resultados, sitio web, integración de disciplinas, uso de SW libre, elementos de accesibilidad, etc.)

# Bibliografía

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | «¿Por qué es importante el diagnóstico precoz en el autismo?,» 4 3 2020. [En línea]. Available: https://invanep.com/blog\_invanep/por-que-es-importante-el-diagnostico-precoz-en-el-autismo. |
| [2] | Red Cenit | Centro de Desarrollo Cognitivo, «Diagnosticar de manera precoz el autismo mediante realidad virtual e inteligencia artificial: Proyecto T-EYE,» 31 5 2022. [En línea]. Available: https://www.redcenit.com/diagnosticar-de-manera-precoz-el-autismo-mediante-realidad-virtual-e-inteligencia-artificial-proyecto-t-eye/. |
| [3] | «Evaluation of an artificial intelligence-based medical device for diagnosis of autism spectrum disorder,» 5 5 2022. [En línea]. Available: https://www.nature.com/articles/s41746-022-00598-6. |
| [4] | «Usando Machine Learning para detectar autismo - Neurometrics LAB,» 26 5 2022. [En línea]. Available: https://neurometrics.la/dia-mundial-del-autismo-usando-machine-learning-para-detectar-los-tea/. |
| [5] | «DETECTAA-AI: Inteligencia Artificial en el diagnóstico presuntivo de trastornos del desarrollo en niños,» 4 4 2022. [En línea]. Available: https://saturdays.ai/2021/11/19/inteligencia-artificial-diagnostico-trastornos-desarrollo/. |
| [6] | «Streamlit Docs,» [En línea]. Available: https://docs.streamlit.io/. |
| [7] | TensorFlow, «Module: tf.keras  |  TensorFlow v2.11.0,» [En línea]. Available: https://www.tensorflow.org/api\_docs/python/tf/keras. |

# Anexo A: Planificación detallada

# Anexo B: Requisitos de Usuario

# Anexo B: Diseño del Sistema

# Anexo C: Manuales

## Manual de Usuario

## Manual de Instalación

# Anexo D: Contenido del CD

AÑADIR TODOS LOS APÉNDICES ADICIONALESQUE SEAN NECESARIOS