

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](#_Toc130889190)

[2. Investigación previa 3](#_Toc130889191)

[3. Objetivos 7](#_Toc130889192)

[3.1. Objetivo general 7](#_Toc130889193)

[3.2. Lista de objetivos específicos 7](#_Toc130889194)

[3.3. Métodos de Validación 8](#_Toc130889195)

[4. Plan de Desarrollo del Proyecto 9](#_Toc130889196)

[4.1. Metodología 9](#_Toc130889197)

[4.2. Tecnologías 10](#_Toc130889198)

[4.3. Plan de desarrollo del proyecto 11](#_Toc130889199)

[4.3.1. Análisis e investigación previa. 11](#_Toc130889200)

[4.3.2. Definición de requerimientos. 12](#_Toc130889201)

[4.3.3. Diseño 14](#_Toc130889202)

[4.3.4. Implementación 15](#_Toc130889203)

[4.3.5. Pruebas y validación 17](#_Toc130889204)

[4.4. Plan de Trabajo 18](#_Toc130889205)

[4.5. Recursos. 18](#_Toc130889206)

[4.6. Costes 18](#_Toc130889207)

[4.7. Condicionantes y Limitaciones 18](#_Toc130889208)

[5. Desarrollo de la Solución Técnica 19](#_Toc130889209)

[5.1. PT1 19](#_Toc130889210)

[5.2. PT2 19](#_Toc130889211)

[6. Resultados 21](#_Toc130889212)

[7. Implicaciones Éticas e Impacto Social 23](#_Toc130889213)

[8. Conclusiones 25](#_Toc130889214)

[9. Otros Méritos del Proyecto 27](#_Toc130889215)

[10. Bibliografía 29](#_Toc130889216)

[Anexo A: Requisitos de Usuario 31](#_Toc130889217)

[Anexo B: Diseño del Sistema 33](#_Toc130889218)

[Anexo C: Manuales 35](#_Toc130889219)

[Manual de Usuario 35](#_Toc130889220)

[Manual de Instalación 35](#_Toc130889221)

[Anexo D: Contenido del CD 37](#_Toc130889222)

Índice de Tablas

[Este es un pie de tabla 1](#_Toc37073122)

Índice de Figuras

[Este es un pie de figura 1](#_Toc129257299)

[Este es otro pie de figura 10](#_Toc129257300)

Lista de Acrónimos

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

* 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

Este documento es la plantilla a seguir para la confección de la memoria del Proyecto Final de Grado (PFG).

A la hora de escribir la memoria definitiva, el alumno deberá **borrar estos párrafos**, así como todo **el texto que aparece en las distintas secciones** y añadir sus propios contenidos.

En la portada, **sustituir** el [texto entre corchetes] por los datos reales.

**Todos los capítulos deben empezar en página impar** (la plantilla ya lo hace automáticamente, pero es bueno comprobarlo).

Utilizar los estilos **Pie de Figura** y **Pie de Tabla** para marcar los pies de figura y de tabla y construir de forma automática los respectivos índice. Todas las figuras y tablas, además, llevarán un título y se indicará la fuente de la que se han extraído (si no son de elaboración propia).

Este es un pie de tabla

Este es un pie de figura

En concreto, en esta sección se hará una **introducción al proyect**o, describiendo brevemente el **contexto donde se enmarca** (que será detallado en la siguiente sección de Investigación Previa), y se **justificará el porqué** del mismo. Se puede incluir también una breve descripción del contenido de la memoria, es decir, que secciones contiene y qué incluye cada sección, como anticipo al lector.

MUY IMPORTANTE: Vigilar la redacción. Debe utilizarse un lenguaje homogéneo en todo el documento en cuanto a formas y tiempos verbales. Se sugiere hablar en pasado, dado que la memoria recoge un trabajo ya hecho, y utilizar el modo impersonal. El documento debe estar libre de erratas, errores ortográficos, gramaticales o de cualquier otro tipo para poder recibir el visto bueno de los tutores, y tiene que respetar esta plantilla en cuanto a estructura y formato.

# 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.

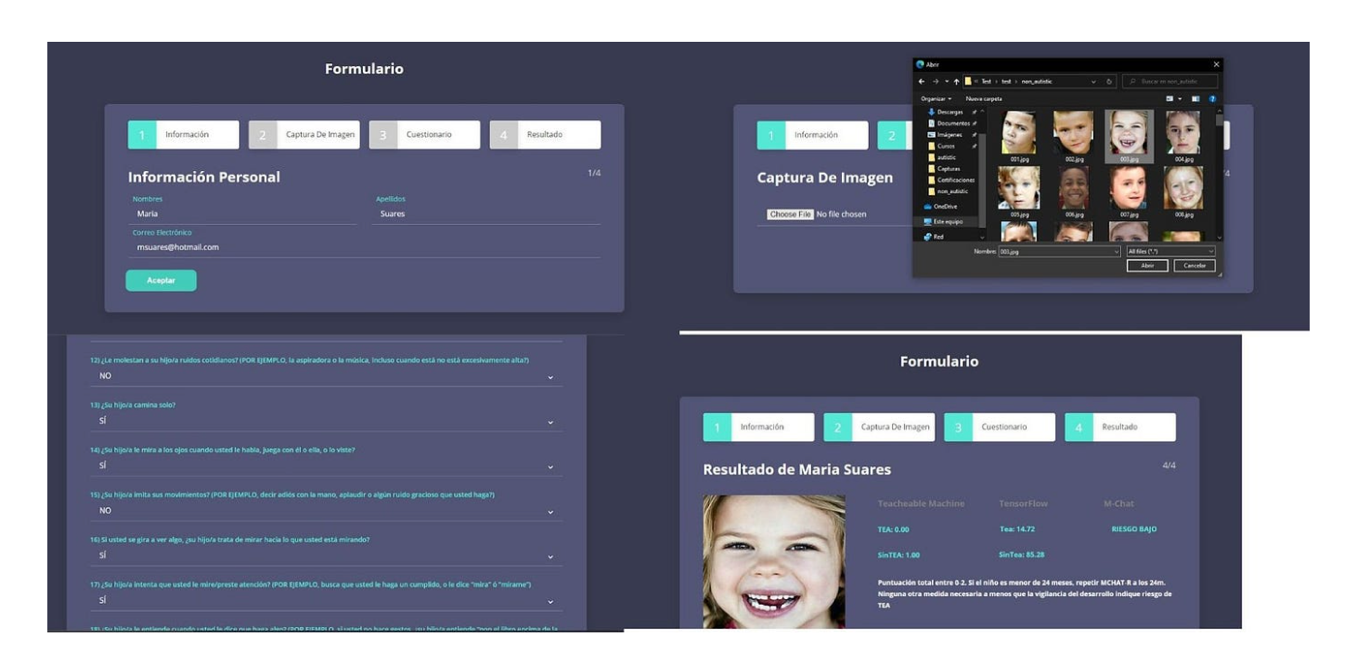
Si se eliminara esta medida de control de riesgos, la sensibilidad para todos los participantes del estudio caería al 51.6% (y la especificidad caería al 18.5%. Entre los participantes a los que el dispositivo se abstuvo de proporcionar un resultado, los especialistas identificaron que el 91% tenía uno 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]



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

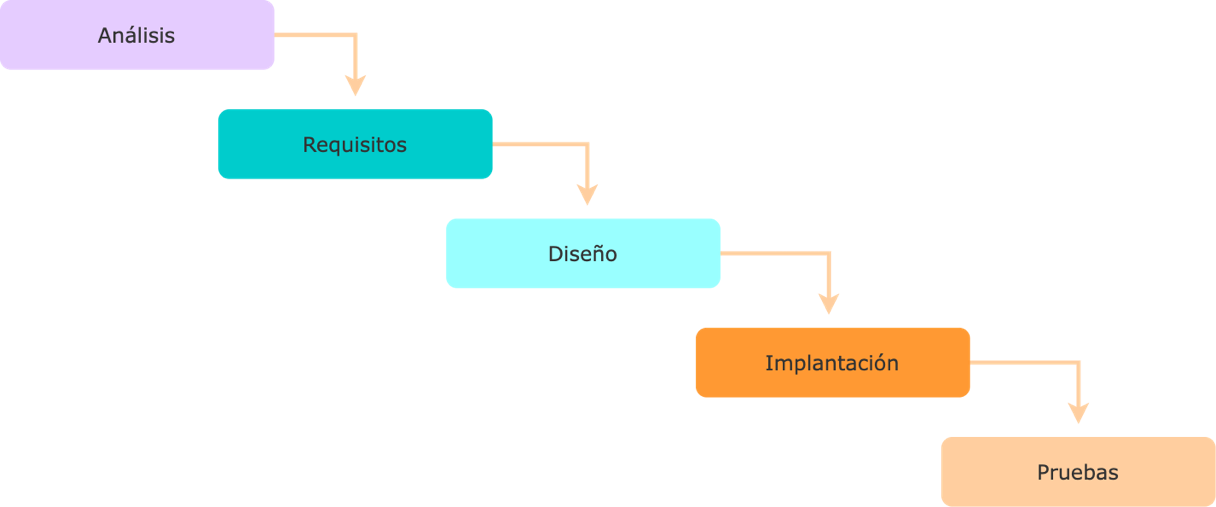
Para cada uno de los objetivos específicos identificados se ha definido un método de validación:

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.



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

### Análisis e investigación previa.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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) | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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** | 1 semana (8-14 de enero de 2023) | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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** | 1 semana (15-21 de enero de 2023) | | |

### Definición de requerimientos.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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** | 1 semana (22-28 de enero de 2023) | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT2-A2 | **Nombre** | Seleccionar 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** | 1 semana (5-11 de febrero de 2023) | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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** | 1 semana (5-11 de febrero de 2023) | | |

### Diseño

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT3-A1 | **Nombre** | Diseñar la arquitectura de la red neuronal profunda |
| **Descripción** | Crear la arquitectura de la red neuronal profunda para el diagnóstico de TEA. | | |
| **Entradas** | Técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales seleccionadas, fuentes de información médica. | | |
| **Salidas** | Arquitectura de la red neuronal profunda. | | |
| **Tareas** | * Investigar arquitecturas de redes neuronales utilizadas en problemas similares * Diseñar la arquitectura de la red neuronal teniendo en cuenta las fuentes de información médica y los objetivos del proyecto | | |
| **Duración** | 1 semana (12-18 de febrero de 2023) | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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** | Arquitectura de la 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** | 1 semana (19-25 de febrero de 2023) | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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** | 1 semana (26 de febrero - 4 de marzo de 2023) | | |

### Implementación

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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** | 1 semana (5-11 de marzo de 2023) | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT4-A2 | **Nombre** | Implementar la red neuronal profunda |
| **Descripción** | Codificar la arquitectura de la red neuronal y las técnicas de aprendizaje automático seleccionadas | | |
| **Entradas** | Arquitectura de la red neuronal profunda, técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales seleccionadas. | | |
| **Salidas** | Código fuente de la red neuronal profunda. | | |
| **Tareas** | * Codificar la arquitectura de la red neuronal utilizando un lenguaje de programación y bibliotecas adecuadas * Implementar las técnicas de aprendizaje automático y optimización seleccionadas | | |
| **Duración** | 2 semanas (12-25 de marzo de 2023) | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT4-A3 | **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) | | |

### Pruebas y validación

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT5-A1 | **Nombre** | Entrenar y validar la red neuronal profunda |
| **Descripción** | Entrenar la red neuronal utilizando el conjunto de datos preparado y validar su rendimiento. | | |
| **Entradas** | Conjunto de datos procesados, código fuente de la red neuronal profunda. | | |
| **Salidas** | Red neuronal entrenada y validada. | | |
| **Tareas** | * Entrenar la red neuronal utilizando el conjunto de datos de entrenamiento * Validar el rendimiento de la red neuronal utilizando el conjunto de datos de validación | | |
| **Duración** | 1 semana (1 de abril de 2023 - 7 de abril de 2023) | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | PT5-A2 | **Nombre** | Probar el sistema de diagnóstico. |
| **Descripción** | Probar el sistema de diagnóstico de TEA utilizando el conjunto de datos de prueba y evaluar su rendimiento. | | |
| **Entradas** | Red neuronal entrenada y validada, conjunto de datos de prueba. | | |
| **Salidas** | Informe de rendimiento del sistema de diagnóstico. | | |
| **Tareas** | * Probar el sistema de diagnóstico utilizando el conjunto de datos de prueba * Analizar los resultados y evaluar el rendimiento del sistema | | |
| **Duración** | 1 semana (8 de abril de 2023 – 15 de abril de 2023) | | |

## Plan de Trabajo

## Recursos.

Se describirán los recursos técnicos utilizados para el desarrollo y validación del proyecto. También las personas que han colaborado en el mismo.

## Costes

Se incluirá una estimación del coste del proyecto.

## 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.

# 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

# 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: 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