

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE VITORIA

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

**GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

PROYECTO FINAL DE GRADO

MODALIDAD INGENIERÍA

**[TÍTULO DEL PROYECTO]**

[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 (Transtorno del Espectro Autista)

Abstract

Keywords

Keyword 1, keyword 2, keyword 3 (6 keywords at the most).

Índice de Contenidos

[1. Introducción 1](#_Toc36822244)

[2. Investigación previa 3](#_Toc36822245)

[3. Objetivos 5](#_Toc36822246)

[3.1. Objetivo general 5](#_Toc36822247)

[3.2. Lista de objetivos específicos 5](#_Toc36822248)

[3.3. Métodos de Validación 5](#_Toc36822249)

[4. Plan de Desarrollo del Proyecto 7](#_Toc36822250)

[4.1. Metodología 7](#_Toc36822251)

[4.2. Tecnologías 7](#_Toc36822252)

[4.3. Plan de desarrollo del proyecto 7](#_Toc36822253)

[4.3.1. PT 1 7](#_Toc36822254)

[4.3.2. PT 2 7](#_Toc36822255)

[4.3.3. PT 3 7](#_Toc36822256)

[4.4. Plan de Trabajo 7](#_Toc36822257)

[4.5. Recursos. 8](#_Toc36822258)

[4.6. Costes 8](#_Toc36822259)

[4.7. Condicionantes y Limitaciones 8](#_Toc36822260)

[5. Desarrollo de la Solución Técnica 9](#_Toc36822261)

[5.1. PT1 9](#_Toc36822262)

[5.2. PT2 9](#_Toc36822263)

[6. Resultados 11](#_Toc36822264)

[7. Implicaciones Éticas e Impacto Social 13](#_Toc36822265)

[8. Conclusiones 15](#_Toc36822266)

[9. Otros Méritos del Proyecto 17](#_Toc36822267)

[10. Bibliografía 19](#_Toc36822268)

[Anexo A: Requisitos de Usuario 21](#_Toc36822269)

[Anexo B: Diseño del Sistema 23](#_Toc36822270)

[Anexo C: Manuales 25](#_Toc36822271)

[Manual de Usuario 25](#_Toc36822272)

[Manual de Instalación 25](#_Toc36822273)

[Anexo D: Contenido del CD 27](#_Toc36822274)

Índice de Tablas

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

Índice de Figuras

[Este es un pie de figura 1](#_Toc481673334)

[Este es otro pie de figura 8](#_Toc481673335)

Lista de Acrónimos

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

# 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 patrones 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. (¿Por qué es importante el diagnóstico precoz en el autismo?, 2020)

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. (Red Cenit | Centro de Desarrollo Cognitivo, 2022)

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. (Evaluation of an artificial intelligence-based medical device for diagnosis of autism spectrum disorder, 2022)

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

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. (Usando Machine Learning para detectar autismo - Neurometrics LAB, 2022)

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. (DETECTAA-AI: Inteligencia Artificial en el diagnóstico presuntivo de trastornos del desarrollo en niños, 2022)

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. (Streamlit Docs, s.f.)

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. (TensorFlow, s.f.)

# 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 al objetivo general se han definido los siguientes objetivos específicos:

* 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.
* 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.
* 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.
* 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

# Plan de Desarrollo del Proyecto

## Metodología

Se explicará la metodología a seguir y se justificará por qué se ha decidió usar dicha metodología y su adecuación al proyecto.

## Tecnologías

Lo mismo para las tecnologías/lenguajes/entornos a utilizar en el desarrollo.

## Plan de desarrollo del proyecto

Se describirá el plan de trabajo general, que tiene que ser coherente con la metodología, y se describirán los distintos paquetes de trabajo en que se divide dicho plan.

### PT 1

Descripción del PT1.

### PT 2

Descripción del PT1.

### PT 3

Descripción del PT1.

## Plan de Trabajo

Se incluirá un diagrama de Gantt para visualizar el plan de trabajo calendarizado, incluyendo plazos e hitos del proyecto. En este punto debe incluirse el plan de trabajo inicial. El plan final, con las desviaciones debidamente justificadas, se incluirá al final, en el análisis crítico de resultados.



Este es otro pie de figura

## 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

*DETECTAA-AI: Inteligencia Artificial en el diagnóstico presuntivo de trastornos del desarrollo en niños*. (4 de 4 de 2022). Obtenido de Saturdays.AI: https://saturdays.ai/2021/11/19/inteligencia-artificial-diagnostico-trastornos-desarrollo/

*Evaluation of an artificial intelligence-based medical device for diagnosis of autism spectrum disorder*. (5 de 5 de 2022). Obtenido de Nature: https://www.nature.com/articles/s41746-022-00598-6

*¿Por qué es importante el diagnóstico precoz en el autismo?* (4 de 3 de 2020). Obtenido de blog\_invanep: https://invanep.com/blog\_invanep/por-que-es-importante-el-diagnostico-precoz-en-el-autismo

Red Cenit | Centro de Desarrollo Cognitivo. (31 de 5 de 2022). *Diagnosticar de manera precoz el autismo mediante realidad virtual e inteligencia artificial: Proyecto T-EYE*. Obtenido de Red Cenit: https://www.redcenit.com/diagnosticar-de-manera-precoz-el-autismo-mediante-realidad-virtual-e-inteligencia-artificial-proyecto-t-eye/

*Streamlit Docs*. (s.f.). Obtenido de Streamlit Docs: https://docs.streamlit.io/

TensorFlow. (s.f.). *Module: tf.keras  |  TensorFlow v2.11.0*. Obtenido de TensorFlow: https://www.tensorflow.org/api\_docs/python/tf/keras

*Usando Machine Learning para detectar autismo - Neurometrics LAB*. (26 de 5 de 2022). Obtenido de Neurometrics: https://neurometrics.la/dia-mundial-del-autismo-usando-machine-learning-para-detectar-los-tea/

# 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