

**Salud y tecnología:** software para el pre-diagnóstico de Afasias



Pablo Rebagliati.  
6 de noviembre de 2021

Universidad del Salvador.  
Facultad de Ingeniería.  
Proyecto de investigación.

## Tabla de Contenidos

Capítulo 1. Introducción	1
Capítulo 2. Metodología y procedimientos	3
Capítulo 3. Síntesis de la bibliografía	7
Marco conceptual	7
Inteligencia Artificial	7
Aprendizaje automático	8
Inteligencia artificial en medicina	11
Diagnóstico por inteligencia artificial	13
Neuropsicología	14
Las afasias	16
Las afasias de Broca	17
Las afasias de Wernicke	18
Las afasias de conducción	18
La afasia sensorial transcortical	19
Afasia motora transcortical	19
Evaluación de Afasias	19
El test de Boston	20
El test de Token	24
Estado del arte	27
Investigaciones previas	27
Aplicaciones similares	28
Ejemplos de inteligencia artificial en salud	29
Capítulo 4. Justificación técnico económica	31
Justificación económica	31
Justificación social y cultural	31
<b>Justificación técnica</b>	32
Supuestos	33
Restricciones	33
Riesgos	34
<b>Capítulo 5. Presentación de resultados</b>	<b>36</b>



	4
Visión del producto	<b>36</b>
Alcance	<b>36</b>
Requerimientos funcionales	36
Requerimientos no funcionales	39
Usabilidad	39
Confiabilidad	40
Seguridad	40
Eficiencia	42
Restricción de Diseño	42
Requerimientos de Documentación en Línea y de Sistemas de Ayuda	43
Interfaces	44
Casos de uso	50
Actores	50
Resumen	50
Especificaciones de Casos de Uso	51
Diagramas de UML	61
<b>Metodología de desarrollo</b>	<b>64</b>
Pruebas	<b>64</b>
Encuestas	<b>66</b>
Validación	<b>75</b>
Capítulo 6. Implicancias, conclusiones y recomendaciones	<b>79</b>
Conclusiones	79
Futuras líneas de investigación	81
Recomendaciones	83
Referencias bibliográficas	<b>85</b>
Libros	85
Otras fuentes	86
Sitios Web	86
Apéndices	<b>87</b>
Plan de pruebas	<b>89</b>
Objetivos de las pruebas	89



USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

	5
Alcance de las pruebas	89
Objetos a probar	89
Características a probar	91
Metodología de prueba a utilizar	91
Recursos a emplear	92
Productos a generar durante las pruebas	92
Reparto de responsabilidades	92
Diseño de la Prueba	93
Cómo llevar a cabo la prueba	93
Utilización de los métodos de prueba	94
Registro de errores durante las pruebas	95
Diseño de los casos de prueba	95



USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

**Lista de figuras**

Figura 2.1 Entregables.	3
Figura 2.2 Cronograma.	4
Figura 3.1 Diagrama aprendizaje automático supervisado.	11
Figura 3.2 Áreas principales del cerebro que intervienen en el lenguaje.	16
Figura 3.3 Ejemplo lámina test de Boston.	21
Figura 3.4 Test de Boston, evaluación de resultados.	22
Figura 3.5 Figuras del test de Token.	25
Figura 3.6 Test de Token, evaluación de resultados.	26



USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

## Capítulo 1. Introducción

La tecnología informática avanza día a día interviniendo y ayudando en muchos aspectos de nuestras vidas. En la vida social, la educación, el trabajo, y también en la salud. En éste proyecto de investigación buscaremos aplicar la tecnología para asistir al campo de la salud en un trastorno del lenguaje denominado afasias.

Una afasia es una lesión en el cerebro, que aparece después de un traumatismo o un accidente cardiovascular. Estas lesiones pueden traer trastornos en la capacidad de escribir, leer o entender lenguaje escrito u oral. Existen diferentes tipos de afasia, según la zona del cerebro que afecten, y en consecuencia el tipo de trastorno que generan. La existencia de afasias se puede determinar a través de una serie de pruebas sencillas. Es muy importante identificar a un paciente con afásico para su tratamiento y mejora con terapia.

Esta investigación propone desarrollar una herramienta inteligente de ayuda al personal médico, de salud y responsables de centros comunitarios para diagnosticar la existencia de una afasia. Se presentará un prototipo en formato web, que cumpla con las características y las especificaciones de las pruebas existentes. Implementará machine learning para la predicción de afasias según los resultados de los tests. También contará con un sistema de base de datos, para la gestión y consulta de historiales y estadísticas de los pacientes por parte del médico o responsables.

Existen barreras que hasta el momento no han permitido la realización del proyecto en su totalidad. A continuación se describen las barreras económicas, culturales, de plazos de tiempo y cantidad de recursos.

Para la implementación completamente automática de los test es necesaria la utilización de hardware, como sensores que registren los gestos y movimientos de los pacientes. La sensibilidad y calidad necesaria de este tipo de sensores hace que su costo sea elevado.

Puede existir una resistencia al uso de una herramienta informática por parte del personal médico. También desconfianza de los pacientes al ser diagnosticados utilizando un software. En ambos casos se trata de un rechazo al cambio y a la utilización de una nueva herramienta automatizada.

En proyectos previos se realizó y documentó el marco teórico, y se propuso la herramienta automática y sus módulos. No se realizó la implementación del software de forma completa por falta de tiempo, según los plazos establecidos para la investigación.

Es necesario reunir voluntarios para testear el software. Se debe alcanzar un número significativo de pruebas para comprobar el correcto funcionamiento.

En el proceso de aprendizaje automático es conveniente contar con un dataset que tenga una gran cantidad de ejemplos para lograr una mejor predicción del modelo.

## Capítulo 2. Metodología y procedimientos

Se adoptará el proceso de la metodología de la investigación y sus diferentes etapas para el desarrollo del proyecto. También se aplicará la metodología de dirección de proyectos para delimitar el alcance de la investigación. Se dividirá cada una de las etapas en entregables más pequeños. Las etapas del proyecto y sus subdivisiones se detallan en la figura 2.1: Entregables.

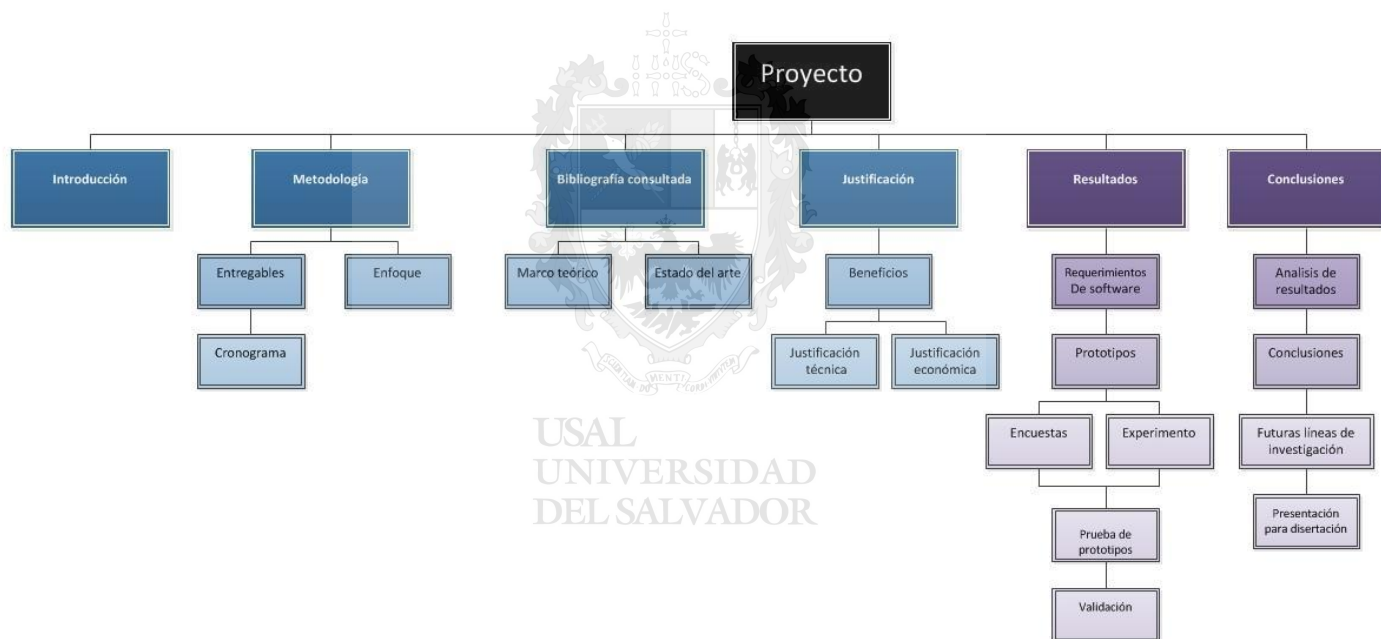


figura 2.1: Entregables

La figura se incluye en la sección apéndices de forma apaisada, para una mejor lectura.



Para cada etapa y sus entregables se determina un cronograma con tiempos y plazos de trabajo y entrega detallados en la figura 2.2: Cronograma.

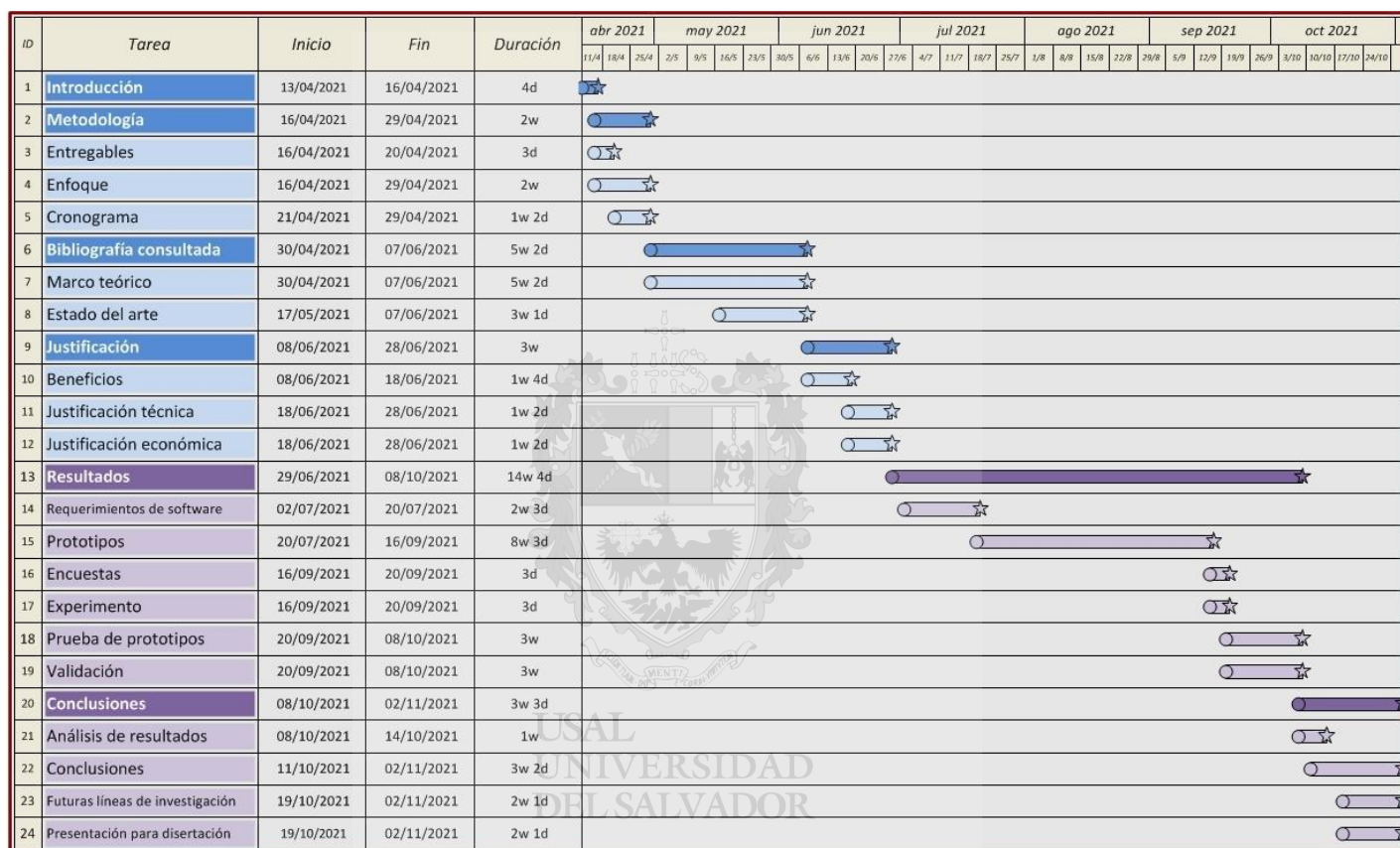


figura 2.2: Cronograma

La figura se incluye en la sección apéndices de forma apaisada, para una mejor lectura.

A continuación se describe el enfoque para el desarrollo del proyecto según las etapas de la metodología de la investigación.

Esta investigación toma como área temática la medicina, específicamente los trastornos del lenguaje, producidos por afasias y propone desarrollar una herramienta

inteligente de ayuda al personal médico, de salud y responsables de centros comunitarios para diagnosticar la existencia de las mismas.

Continuando la investigación realizada en el trabajo previo, “Diagnóstico y tratamiento de afasias mediante software de interfaz WEB” (Ciro Tomas Nievas, 2019), se establecerá primero el marco teórico sobre el que estará basado el software.

Cómo etapa inicial se realizará una investigación sobre las afasias, las causas y los diferentes tipos. Para determinar qué dificultades y trastornos genera cada uno.

Se estudiará el funcionamiento, aplicación y metodologías de los diferentes test existentes para detectar afasias. Es decir las preguntas y ejercicios involucrados y la importancia de las respuestas obtenidas del paciente.

Además se buscará valorar y presentar aportes de la informática y la inteligencia artificial al campo de la salud. Para determinar si existen beneficios al aplicar sistemas o software cómo herramientas para mejorar y facilitar tratamientos médicos. También se describirán las características y aplicaciones de machine learning importantes para la predicción automática de las afasias.

Se desarrollarán las especificaciones de software del prototipo para su implementación, teniendo en cuenta la investigación de los pasos anteriores, para describir el comportamiento y funcionalidad del sistema. Tomando las futuras líneas de investigación propuestas por el trabajo previo, se utilizará machine learning para la implementación del módulo de predicción y diagnóstico.

La investigación tendrá un diseño de campo de encuesta para la comprobación del prototipo desarrollado. Se utilizarán voluntarios para testear el software y adaptarlo lo mejor posible a las situaciones de evaluación y respuestas de los pacientes. Los voluntarios responderán una encuesta con el objetivo de recolectar información sobre el uso y la funcionalidad del sistema. Se tomarán como indicadores la facilidad del uso de la interfaz, la interpretación de las consignas y la confianza en el diagnóstico automatizado.

El sistema guardará también indicadores a tener en cuenta, como el porcentaje de precisión del aprendizaje automático en la predicción de afasias, el tiempo de las pruebas y las estadísticas de los resultados obtenidos. En este caso se aplicará un diseño experimental para la recolección de los datos.

Se procesarán los datos de las encuestas y experimentos. Los resultados servirán para mejorar el software y determinar la eficacia del prototipo, permitiendo la validación por expertos para su uso.