

UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA



Aplicación web para la detección gestual del lenguaje de señas cubano, mediante algoritmos de reconocimiento de patrones en imágenes.

Trabajo de Diploma por el Título de Ingeniero Informático

Autor: Roxana Alvarez Miranda

Tutor: Ing. Eduardo Javier Berrio Turiño

Matanzas, Diciembre 2022

Pensamiento

“La inclusión de las personas sordas y sus comunidades en sus respectivas sociedades puede ser alcanzada, solamente, por la inclusión de su lengua de señas nacional en el panorama lingüístico de sus países”

Josep J.Murray

“[...] el ser humano, la sociedad humana se ve en la necesidad vital de marchar al mismo ritmo que avanzan los conocimientos técnicos, los conocimientos científicos; la sociedad humana siente una necesidad vital en ese sentido”

Fidel Castro Ruz

Dedicatoria

A mis adorados padres por apoyarme siempre y por sus grandes esfuerzos para que lograra llegar al final de esta carrera, sé que están muy orgullosos de la persona en la que me he convertido en estos años de universidad y yo más que feliz porque se sientan así. Los quiero muchísimo.

Agradecimientos

Agradecer a mi mamá y papá por creer en mí cuando ni yo misma lo hacía, a mi hermano por estar siempre presente a pesar de la distancia, a mi abuelo, mi prima Yuly y demás familiares que siempre estuvieron pendiente de todo este proceso. A mis tutores, sin ellos nada hubiera sido posible principalmente al profe Eduardo por su paciencia y dedicación de verdad más que agradecida por su apoyo. Gracias a todas mis amistades, principalmente a los que conocí en estos años de universidad mis niñas Lele y Ely gracias por esos cafés, a Yaisel y Yadian por su compañía hasta el final, Melo (mi pichona) por ayudarme a crecer tanto como persona, Yinet por entenderme en mis días malos y estar siempre para mí, Giselle por su preocupación constante y sus ánimos para que siguiera adelante, en fin, gracias a todos los que de una forma u otra se preocuparon y me incitaron a culminar.

Declaración de autoría

Yo, Roxana Alvarez Miranda, declaro que soy la única autora del trabajo “Aplicación web para la detección gestual del lenguaje de señas cubano, mediante algoritmos de reconocimiento de patrones en imágenes.” y autorizo a la Universidad de Matanzas, y en especial, a la Facultad de Ciencias Técnicas, a que hagan el uso que estimen pertinente. Para que así conste firmo la presente a los 28 días del mes de noviembre del 2022



Firma del autor



Firma del tutor

Opinión del tutor del Trabajo de Diploma

DATOS PERSONALES DEL TUTOR

Nombre y apellidos: Eduardo Javier Berrio Turiño.

Centro de trabajo: Universidad de Matanzas.

Organismo a que pertenece: Ministerio de Educación Superior – MES.

Cargo que ocupa: Profesor e Investigador.

Especialidad de la que es graduado: Ingeniero Informática. Universidad de Matanzas, 2018.

Categoría docente o investigativa: Asistente.

DATOS DE LA TESIS Y EL DIPLOMANTE

Nombre y apellidos: Roxana Alvarez Miranda.

Centro de estudio: Universidad de Matanzas sede “Camilo Cienfuegos”.

Título de la Tesis: Aplicación web para la detección gestual del lenguaje de señas cubano, mediante algoritmos de reconocimiento de patrones en imágenes.

OPINION SOBRE EL TRABAJO

La tesis presentada posee gran actualidad, pues intenta resolver un problema real presente en toda Cuba y en especial en nuestro territorio matancero, y de gran importancia para el mismo.

El tutor de este trabajo de diploma considera que, durante su ejecución, la estudiante mostró las cualidades que a continuación se detallan:

Independencia y capacidad de investigación. Fueron jornadas adentrándose en temas complejos y nuevos que profundizan en gran medida los recibidos durante la carrera, logró captar con rapidez y profesionalidad el conocimiento necesario para enfrentar el problema planteado. Fue consecuente con los aspectos tanto metodológicos como de la investigación científica propiamente. Esto le permitió una feliz culminación del método desarrollado, de la documentación y de las pruebas realizadas.

En el trabajo se aprecia rigor, manifestado desde el tratamiento de los conceptos estudiados y referenciados en la bibliografía, hasta las conclusiones, lo que ha contribuido a la correcta solución de los problemas encontrados.

Una gran cantidad de clases y métodos, un producto bien concebido y validaciones correctamente realizadas para culminar su investigación, unido a una excelente planificación de tiempo y recursos, dieron una gran calidad al trabajo obtenido.

También fueron horas de revisión, discusión y consenso en las que demostró notables cualidades para la investigación. El trabajo que hoy presenta y que sintetiza un periodo de aprendizaje no solo académico.

Como resultado se derivó en la obtención de un producto de software al nivel de las exigencias y expectativas. Por todo lo anteriormente señalado, considero que la estudiante Roxana Alvarez Miranda reúne los requisitos para el título de Ingeniero Informático y espero le sea otorgada la mejor calificación de este Tribunal.



Ing. Eduardo J. Berrio Turiño

Dpto. Informática

Universidad de Matanzas

Noviembre/2022

Resumen

Actualmente surge una necesidad de comunicación entre personas con discapacidad auditiva y aquellas que no la padecen. Para superar esta barrera de comunicación se desarrolló el Lenguaje de Señas, que busca un desarrollo intelectual, personal y emocional al permitir interactuar a estas personas con su entorno social. Debido al bajo uso del lenguaje de señas en la cotidianidad, se busca una solución que permita establecer un canal de comunicación eficaz que contribuya a una mayor inclusión de estas personas en la sociedad, mediante las diferentes plataformas tecnológicas que existen para apoyar este proceso. Se conoce de aplicaciones que brindan una gran ayuda para lograr viabilizar estas comunicaciones pero se busca una solución con el fin de enseñar e interpretar dinámicamente este lenguaje, además de que la lengua de señas no es universal por lo cual no satisfacen las necesidades de la población cubana, a partir de ello se trabajó en el desarrollo de un sistema que funcione como intérprete de lengua de señas cubana por medio de imágenes que consumen servicios, con el entrenamientos de modelos de visión artificial, con el empleo del lenguaje Python, sus librerías MediaPipe y OpenCV. Entre los resultados más relevantes se encuentra el logro de una aplicación web que permite el intercambio de diálogos y conocimientos, lográndose de esta manera un elevado nivel de satisfacción del cliente.

Abstract

Currently, there is a need for communication between people with hearing disabilities and those who do not suffer from it. To overcome this communication barrier, Sign Language was developed, which seeks intellectual, personal and emotional development by allowing these people to interact with their social environment. Due to the low use of sign language in everyday life, a solution is sought to establish an effective communication channel that contributes to a greater inclusion of these people in society, using the different technological platforms that exist to support this process. There are known applications that provide great help to make these communications viable, but a solution is sought in order to dynamically teach and interpret this language, in addition to the fact that sign language is not universal, therefore it does not meet the needs of the Cuban population, from this we worked on the development of a system that works as an interpreter of Cuban sign language through images consuming services, with the training of artificial vision models using the Python language, its MediaPipe and openCV libraries. Among the most relevant results is the achievement of a web application that allows the exchange of dialogues and knowledge, thus achieving a high level of customer satisfaction.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1 Marco Teórico-Referencial	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 Objeto de Estudio.....	6
1.3 Antecedentes.....	6
1.4 Metodología de desarrollo	7
1.5 Herramientas y tecnologías.....	8
1.5.1 Lenguaje de modelado	8
1.5.2 Lenguaje de programación.....	9
1.5.3 Framework	10
1.5.3.1 BackEnd	11
1.5.3.2 FrontEnd	11
1.5.4 Herramientas de desarrollo.....	11
1.5.5 Herramientas Case	12
1.6 Inteligencia artificial	12
1.6.1 Modelo de detección de disparo único	13
1.6.2 Modelo de detección de palmas	13
1.6.2.1 MediaPipe	13
1.6.3 Detección de objetos y cuadros delimitadores	13
1.6.4 Extracción de funciones del codificador automático.....	13
1.6.5 Renderización	14
1.6.6 Hand Landmark Model.....	14
1.7 Deficiencia auditiva.....	14
1.7.1 Lenguaje de señas.....	14
1.8 Conclusiones del capítulo	15
Capítulo 2. Diseño de la Propuesta de Solución	16
2.1 Introducción.....	16
2.2 Descripción de la solución	16
2.2.2 Requerimientos no Funcionales	16
2.3 Fase de planificación	20
2.3.1 Product Backlog o Pila de Producto.....	20
2.3.2 Pila de Sprint o SPRINT BACKLOG.....	21
2.3.2.1 Planificación del Sprint	23
2.3.3 Historias de Usuario.....	25
2.4 Diseño e Implementación del Algoritmo de Reconocimiento de Patrones	28

.....	29
2.5 Análisis de factibilidad.....	30
2.6 Conclusiones del Capítulo.....	31
Capítulo 3 Validación de la propuesta de solución	32
3.1 Introducción.....	32
3.2 Descripción de la propuesta de solución	32
3.3 Pruebas	35
3.3.1 Tipos de pruebas de software	35
3.3.2 Plan de Pruebas	36
3.3.3 Pruebas de aceptación	37
3.3.4 Pruebas de Caja Negra	40
3.4 Análisis de los resultados obtenidos	43
3.5 Conclusiones del Capítulo.....	43
Recomendaciones	46
Referencias.....	47

Índice de Tablas

Tabla1	Requisitos no Funcionales.....	16
Tabla2	Pila del Producto	20
Tabla3	Pila de Sprint	21
Tabla4	Sprint 1.....	23
Tabla5	Sprint 2.....	23
Tabla6	Sprint 3.....	24
Tabla7	Historia de Usuario 1.....	25
Tabla8	Historia de Usuario 2.....	26
Tabla9	Historia de Usuario 3.....	27
Tabla10	Historia de Usuario 4.....	27
Tabla11	Distribución de tiempo por tarea principales del proyecto.....	30
Tabla12	Plan de Pruebas.....	37
Tabla13	Pruebas de aceptación 1	38
Tabla14	Pruebas de aceptación 2	39
Tabla15	Pruebas de aceptación 3	39
Tabla16	Pruebas de aceptación 4	40
Tabla17	Prueba de Caja Negra 1.....	41
Tabla18	Prueba de Caja Negra 2.....	42
Tabla19	Prueba de Caja Negra 3.....	43

Índice de Imágenes

Figura1	Etapas para el reconocimiento del gesto.....	29
Figura2	. Implicaciones de análisis de video	29
Figura3	Funcionamiento de la aplicación	29
Figura4	Vista Interfaz Página Principal.....	32
Figura5	Vista Interfaz Intérprete.....	33
Figura6	Vista Interfaz Teclado Letras.....	34
Figura7	Vista Interfaz Teclado Señas	34
Figura8	Vista interfaz Diccionario	35

Introducción

La comunicación es parte fundamental de la vida de todo ser humano, ya que surge como una necesidad, con su ayuda en cada etapa a su desarrollo cognitivo, lingüístico y social. Generalmente se realiza mediante el lenguaje oral, a través del cual son emitidas las señales sonoras que ingresan por el canal auditivo y llegan al cerebro para ser procesadas. Las personas que no tienen la capacidad de comunicarse oralmente tienen dificultades que derivan en problemas para relacionarse, debido a que el lenguaje oral tiene como actores principales la voz y el oído, dichas personas utilizan como medio de comunicación las lenguas de señas las cuales son idiomas naturales a todos los efectos, estructuralmente distintos de las lenguas habladas. Al ser un lenguaje poco convencional, no se fomenta en la sociedad, debido a que la mayoría de la población no cuenta con dicha discapacidad.

La sordera, aún hoy en día, sigue constituyendo un fenómeno con múltiples caras que dan cuenta de su complejidad. Ya no se asume sólo desde una perspectiva médica o educativa, sino que su comprensión va más allá de lo tradicional, hasta bordear aristas de naturaleza: lingüística, psicológica, sociológica, antropológica, filosófica, ética, sociológica, antropológica, cultural y política. Aunado a esta intrincada red de relaciones, aparecen las miradas que se hacen desde una óptica oyente y desde la posición de los sordos. Todo este complicado escenario pone en evidencia múltiples nudos gordianos que muestran la necesidad de seguir en la búsqueda de nuevas interpretaciones, de lo que supone la esencia misma de ser sordo. (Morales, 2015).

En lo que sí parece tenerse certeza, es en el hecho de que los sordos constituyen una comunidad particular, por la presencia de una lengua y una cultura con características singulares. Así emerge la afirmación, exhaustivamente comprobada, que ellos constituyen un grupo lingüístico minoritario, en el que la lengua de señas se erige como el elemento aglutinante que les confiere una identidad única. (Morales, 2015)

Según Pérez (2005) lenguas de señas han surgido entre las personas sordas como “una respuesta creativa a una condición personal y social, donde revelan toda su capacidad de representación simbólica de la realidad, de la misma forma que las lenguas habladas” (p.81). Paralelo a las definiciones que la reconocen como lengua natural, han surgido ciertos argumentos que la colocan en una suerte de compensación creada por la naturaleza humana cuando se está imposibilitado de acceder al código oral. (Pérez ,2005)

Hoy en día, este grupo lingüístico minoritario, presencia los avances de la tecnología que han traído consigo una serie de cambios en el comportamiento de las personas, donde se modifican no solo sus hábitos de comunicación sino también de consumo, la gran evolución

del Internet ha sido en gran medida el factor directo de estos aspectos. Dicha evolución ha llevado a que en la actualidad para el ser humano sean indispensables los dispositivos móviles, computadoras y el uso del Internet, convirtiéndolos en una necesidad primaria y haciéndolos cada día más popular su uso en diferentes campos; laboral, social, educativo, etc. (Hernández, 2008)

Los dispositivos móviles y de cómputo son un ejemplo clásico del acceso al nuevo ecosistema comunicativo y social de los jóvenes. Hoy vemos nacer y crecer a una generación de jóvenes que intenta identificarse a través de nuevas estrategias de comunicación, y de nuevos usos y apropiaciones de tecnologías de comunicación. (Hernández, 2008)

La lengua de señas no es un lenguaje universal, al ser una lengua y como cualquier otra esta corresponde a un sistema cultural, lo cual denota la identidad de la comunidad de las personas sordas. Cada país tiene la suya e incluso a veces en una misma nación se puede encontrar más de una.

Se puede decir que aunque se comparta la misma lengua hablada la lengua de señas es distinta, así, los señantes no se comunican igual en México, que en España o Cuba aunque el idioma convencional sea común: el español. Latinoamérica, por ejemplo, posee estructuras gramaticales similares en cuanto al lenguaje de señas, aunque las señas son distintas para nombrar las cosas, por lo que varía el léxico según el país.

Con el fin de ofrecer una solución innovadora que haga uso de la tecnología para poder permitir a la comunidad sorda una mejor comunicación con su entorno y que su lengua sea concebida ante la comunidad como su lenguaje propio que los caracteriza para comunicarse de manera adecuada y expresar sus ideas se pretende diseñar y desarrollar una aplicación web, especializada en enseñar e interpretar dinámicamente el lenguaje de señas cubano, la cual busca que toda la comunidad aprenda a comunicarse con personas que presentan discapacidad auditiva o vocal con el fin de que haya igualdad y respeto.

Luego de un estudio detallado de la situación anteriormente reflejada se logró identificar el siguiente **problema científico**: La inexistencia de una herramienta que viabilice la comunicación entre personas que hablan lenguaje de señas y personas que hablan lenguaje natural.

El **objetivo general** que rige esta investigación es desarrollar una aplicación web para facilitar la comunicación entre personas oyentes y no oyentes, por medio de imágenes que consumen servicios.

Para lograr el objetivo planteado se propone la siguiente **hipótesis de investigación**: Si se desarrolla la aplicación como intérprete de lenguaje de señas, entonces se facilitará la

comunicación entre personas oyentes y no oyentes, por medio de imágenes que consumen servicios.

Los **objetivos específicos** que darán cumplimiento al objetivo general son:

1. Analizar la bibliografía que permita sentar las bases de la investigación y conformar el marco teórico referencial de la misma.
2. Diseñar una aplicación web para interpretar el lenguaje de señas mediante el uso de algoritmos de visión artificial.
3. Validar la propuesta de solución a partir de la aplicación de pruebas de software.

Durante el desarrollo de la investigación se emplearon diferentes **métodos teóricos** como:

- **Analítico – Sintético:** Se utilizó para realizar un análisis y una revisión de forma general de toda la bibliografía e información relacionada con el tema, y posteriormente extraer los aspectos fundamentales que sirvieron de apoyo para el desarrollo de la investigación.
- **Dialéctico:** Se realizó un estudio de todos los procesos que intervienen en la aplicación a implementar, donde se considera que constantemente pueden estar sujetos al cambio, es decir, siempre hay que tener presente que el sistema que se desarrolla puede sufrir modificaciones de acuerdo a las necesidades, que nunca se va a mantener igual.
- **Sistémico:** Se consideran a todos los elementos, componentes y procesos presentes en la aplicación interrelacionados entre sí y que conforman un sistema, es decir, hay que verlo como un todo, no se puede estudiar cada proceso por separado, porque cada uno va a depender de los demás, y el funcionamiento de todos ellos es lo que va a constituir un sistema.
- **Modelación:** Define los procesos del dominio del problema, estima los principales riesgos del proyecto y la forma de mitigarlos, además se identifican las necesidades del cliente, se define la estructura del software y se validan los artefactos generados.

Así mismo, se emplearon **métodos empíricos**:

- **Entrevistas:** A través de esta técnica el equipo de trabajo se acerca al problema de una forma natural. Básicamente, la estructura de la entrevista abarca tres pasos: identificación de los entrevistados, preparación de la entrevista, realización de la entrevista y análisis de los resultados.

- **Observación:** Se aplicó con el objetivo de captar información de forma visual, es decir, mediante observaciones realizadas a otras aplicaciones ya existentes vinculados con el tema, se pudieron tomar elementos que sirvieron de apoyo para el desarrollo de este sistema.
- **Tormenta de ideas:** esta técnica genera muchas ideas y también soluciones a problemas determinados. Además, se aprovecha la capacidad de todos y no de unos pocos. Genera un sentido de responsabilidad compartido.
- **Análisis de antecedentes:** consiste en estudiar los sistemas ya creados que estén relacionados con aplicaciones móviles para la comunicación entre personas oyentes y no oyentes.

Entre los **aportes** de la investigación se destacan:

- El **teórico-investigativo**, al analizar los métodos y procedimientos tradicionales más utilizados por autores relacionados con los catálogos multiplataforma a través de diferentes fases, etapas y pasos que permiten orientar metodológicamente la secuencia de acciones lógicas a desarrollar y los elementos a tener en cuenta para la continuidad de la investigación.
- El **práctico**, al desarrollar una aplicación para móviles que permita la comunicación entre personas oyentes y no oyentes.
- El **económico**, al contribuir a un manejo más eficiente de la información, lo que aumenta la efectividad del trabajo y, por ende, la producción de la empresa.

El resultado esperado de este trabajo es contar con una aplicación móvil que viabilice la comunicación entre personas que hablen lengua de señas y personas que hablan lenguaje natural, mediante el empleo de algoritmos de reconocimiento de patrones y por medio de imágenes que consumen servicios.

Según lo planteado anteriormente, la tesis queda estructurada en introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas, según sigue:

- Una Introducción, donde se caracteriza la situación problemática y se fundamenta el problema científico a resolver.
- Un primer capítulo donde se recoge el marco teórico referencial del tema y los principales conceptos que constituyen la base teórica de la investigación, así como el análisis de las principales tendencias tecnológicas y el estudio de los antecedentes que enmarcan la problemática planteada.

- Un segundo capítulo en el que se argumenta la solución que se propone al problema de investigación mediante su descripción
- Un tercer capítulo En el que se describe el software y se le realizan las pruebas con el objetivo de entregarle al cliente un producto totalmente funcional, que cumple con todos los requisitos demandados por el mismo y que satisfaga sus necesidades. Un apartado de conclusiones donde se verifica el cumplimiento de los objetivos trazados al inicio de la investigación.
- Un apartado de conclusiones donde se verifica el cumplimiento de los objetivos trazados al inicio de la investigación.
- Las recomendaciones en la cual se plasman una serie de propuestas encaminadas a la continuidad de esta investigación.
- Y las referencias de la bibliografía citada.

Capítulo 1 Marco Teórico-Referencial

1.1 Introducción.

Es de vital importancia el estudio de conceptos que resultan de gran utilidad a la hora de desarrollar la solución propuesta a la problemática planteada. Se realiza una descripción teórica de las temáticas que sirven de apoyo en la investigación a desarrollar. Se seleccionan las metodologías y tecnologías adecuadas para realizar una solución exitosa al problema antes mencionado. Se lleva a cabo un estudio minucioso de antecedentes de la investigación a realizar, para ver si ya existe una solución al problema.

1.2 Objeto de Estudio

El objeto de estudio de la investigación se establece a partir de las dificultades que existen a la hora de la comunicación entre personas que hablan lenguaje de señas y personas que hablan lenguaje natural, pues las personas sordas por tal situación suelen presentar malestar e incomodidad al momento de entablar una conversación con personas que no poseen su discapacidad auditiva, ya que no pueden transmitir de una manera clara, rápida, y sencilla su mensaje, por motivo de que dichas personas han adquirido una cultura gramatical diferente; debido a esto se incrementa la brecha discriminatoria entre personas sordas y oyentes, por lo cual se hace en vano las constantes luchas de integración e igualdad de derechos para ellos.

1.3 Antecedentes

En Cuba, no han surgido muchas aplicaciones que atemperen el servicio a nuestra realidad, entre ellas podemos encontrar La Habana Colonial la cual constituye un recorrido por las principales plazas y plazuelas, incluyendo edificaciones y monumentos en lengua de señas cubana para que las personas pertenecientes a la comunidad sorda puedan descubrir las maravillas del patrimonio del Centro Histórico de La Habana para motivar la curiosidad y el conocimiento. También existe una aplicación androide con nombre Señas en Casa que favorece la comunicación entre padres oyentes e hijos sordos, es interactiva y atractiva pues genera un ambiente confortable para aprender, promueve el aprendizaje, fortalece la lengua de señas y desarrolla y estimula la comunicación interna en el núcleo familiar. Estas aplicaciones han sido desarrolladas con un objetivo específico y no abarcan todas las necesidades de la comunidad sorda, además las desarrolladas a nivel internacional al no ser la lengua de señas un lenguaje universal no se corresponde con el lenguaje utilizado en Cuba.

En el ámbito internaciones existen aplicaciones con algunos puntos en común. Algunos de estos sistemas estudiados:

➤ **Háblalo (Argentina)**

Es una aplicación que les facilita la comunicación a las personas con problemas auditivos o con dificultades para comunicarse verbalmente. Lo que hace es traducir a voz lo que el usuario quiere decir, y luego traducir a texto lo que el interlocutor responde. De esta forma permite desenvolverse en la vida cotidiana a personas con diferentes dificultades de interlocución. (Mariño, 2018)

➤ **LSAPP (Argentina)**

La característica más popular de esta aplicación, es un buscador para pasar de palabras a lenguaje de signos. Así, en el momento en que se quiera decir algo a una persona con problemas de audición, simplemente se buscar los signos necesarios mediante el buscador de la app. (Pitarque, 2019)

LSApp funciona de forma muy parecida a los diccionarios de idiomas para Android. Solo que en lugar de devolverte una palabra te devolverá un signo. Lengua de signos en Argentina. (Pitarque, 2019)

➤ **Dilo con las manos (España)**

Es una herramienta didáctica que ayuda a sus usuarios a entender y ser entendidos ante personas sordas o con otras discapacidades auditivas. Con desafíos diarios en distintos modos y juegos entretenidos, es una plataforma sumamente útil para aprender los conocimientos básicos de la Lengua de Signos Española. (Trabajar Por El Mundo, 2022)

➤ **Pictosonidos (España)**

Es una aplicación para ayudar a las personas con dificultades de comunicación a través del lenguaje oral. Ofrece diferentes categorías de familias de pictogramas. Cada pictograma lleva asociada una locución de la palabra y un sonido. Cada palabra de cada categoría lleva asociada una frase, con locución de voz incluida, para una mejor asimilación de conceptos. Se accede al pulsar en el icono de conversación de la esquina del pictograma central, el cual nos abrirá una pantalla flotante con la frase complementaria al concepto. (wikinclusion, 2020)

1.4 Metodología de desarrollo

Durante el desarrollo de la aplicación web se implementó la metodología Scrum, la cual es un marco de trabajo iterativo e incremental para el desarrollo de proyectos, productos y aplicaciones. Esta metodología se centra en ofrecer un producto con mayor calidad en el

menor tiempo posible; y es considerada una de las metodologías ágiles más utilizadas debido a su simplicidad y fácil implementación en cualquier proyecto, adaptándola al proyecto de forma técnica, donde se aplican reglas definidas o se adoptan los valores originales de Scrum con reglas personalizadas.

Para el desarrollo de los requerimientos de la aplicación web se plantearon historias de usuarios provenientes de los casos de uso las cuales se agruparon en Sprint de una duración máxima de dos semanas tal como explican a continuación:

- Sprint 1: Se definió la arquitectura de los proyectos y las tecnologías con las que se trabajaron, se plantearon los requerimientos con los que cumple la aplicación y finalmente se realizó el diagrama de clases.
- Sprint 2: Se implementó el algoritmo de reconocimiento de señas en la tecnología planteada en el primer sprint.
- Sprint 3: Se habilitó el acceso a la cámara con el fin de iniciar a consumir el servicio que interpreta la seña. Adicionalmente se estableció un control de errores y definición de las señas en el algoritmo.
- Sprint 4: Se implementó control de errores en la aplicación junto con la validación del diseño en diferentes tamaños de pantalla y el protocolo de pruebas del algoritmo. Al finalizar cada iteración se socializaron los resultados, con todos los implicados en el proyecto, para identificar los impedimentos y de esta manera plantear alternativas que permitan solucionarlos. Para cumplir el desarrollo de este proyecto fue necesario llevar a cabo un conjunto de etapas, donde cada una de ellas depende de la anterior. Las etapas se dividen en tres fases las cuales son análisis, diseño e implementación.

1.5 Herramientas y tecnologías

1.5.1 Lenguaje de modelado

UML (Unified Modeling Language): es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad. Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de software. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocios y funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes de software reutilizables. Se utiliza para definir un sistema de software, para detallar los artefactos en el sistema y para

documentar y construir. Se puede aplicar en una gran variedad de formas para dar soporte a una metodología de desarrollo de software. (Flowler & Scott, 1999)

1.5.2 Lenguaje de programación

Python

Python es un lenguaje sencillo de leer y escribir debido a su alta similitud con el lenguaje humano. Además, se trata de un lenguaje multiplataforma de código abierto y, por lo tanto, gratuito, lo que permite desarrollar software sin límites. Con el paso del tiempo, Python obtiene adeptos gracias a su sencillez y a sus amplias posibilidades, sobre todo en los últimos años, ya que facilita trabajar con inteligencia artificial, big data, machine learning y data science, entre muchos otros campos en auge. (Santander Universidades, 2021)

Con este lenguaje de programación los desarrolladores pueden leer y comprender fácilmente los programas debido a su sintaxis básica similar a la del inglés. Python cuenta con una gran biblioteca estándar que contiene códigos reutilizables para casi cualquier tarea de esta manera, los desarrolladores no tienen que escribir el código desde cero.

Su principal objetivo es la automatización de procesos, en este sentido, Python crea un código con gran legibilidad, que ahorra tiempo y recursos. Uno de sus puntos fuertes es que “comprueba los errores sobre la marcha” para solucionarlos cuando afectan a la memoria, lo que mantiene la integridad de la matriz y evita las complicaciones a la hora de escribir el código. (Santander Universidades, 2021)

Marcado de Hipertexto (HTML): Siglas de HyperText Markup Language, es un lenguaje de marcado que define la estructura del contenido. HTML consiste en una serie de elementos que se utilizan para encerrar diferentes partes del contenido para que se vean o comporten de una determinada manera. Las etiquetas de encierre pueden hacer de una palabra o una imagen un hipervínculo a otro sitio, se pueden cambiar palabras a cursivas, agrandar o achicar la letra. (mdn web docs, 2022)

Hojas de Estilo en Cascada (CSS): (del inglés Cascading Style Sheets) esencialmente es un lenguaje que rige el diseño y presentación de los sitios y páginas web. Trabaja junto al lenguaje HTML, que es el encargado del contenido básico de las páginas, CSS separa el contenido de la representación visual del sitio. Se puede aplicar CSS a múltiples niveles, desde un sitio web completo hasta una etiqueta pequeña. (Josue)

Java Script: Es un robusto lenguaje de programación que se puede aplicar a un documento HTML y usarse para crear interactividad dinámica en los sitios web. JavaScript por sí solo es bastante compacto aunque muy flexible, y los desarrolladores han escrito gran cantidad de herramientas encima del núcleo del lenguaje, se han desbloqueado una gran cantidad de

funcionalidad adicional con un mínimo esfuerzo, esto incluye: Interfaces de Programación de Aplicaciones del Navegador APIs . (mdn web docs, 2022)

1.5.3 Framework

Django

Es un framework de desarrollo para Python que se emplea para la creación de páginas web. Se trata de una herramienta de código abierto y gratuito que cuenta con una comunidad amplia y que comparte recursos constantemente. Además, Django también cuenta con funciones de pago que pueden facilitar más el trabajo de los desarrolladores. Es una herramienta que se puede usar para el desarrollo full-stack de aplicaciones y páginas web, así como para el desarrollo de servidores. Está considerado como el mejor framework para el desarrollo de aplicaciones web con Python y es uno de los marcos de desarrollo más demandados por los programadores que trabajan con este lenguaje en el desarrollo web. (Tokio School, 2022)

Entre sus características se encuentran:

- **Completo:** Django proporciona casi todo lo que los programadores necesitan y pueden querer usar. Se trata de una herramienta que sigue unos principios de diseño consistentes y que cuenta con una buena base de documentación para facilitar el trabajo de los desarrolladores.
- **Escalable:** Django funciona por componentes sustituibles e intercambiables. Eso significa que se puede escalar con bastante facilidad. En este sentido, un ejemplo de uso de Django lo tenemos en Instagram o Disqus, plataformas que lo han empleado para mejorar sus servidores gracias a la escalabilidad del entorno de desarrollo.
- **Versátil:** Este entorno de desarrollo se ha empleado para la creación de todo tipo de páginas web. Desde sistemas que son puramente para administración de contenidos, como puede ser, por ejemplo, una wiki; hasta redes sociales o páginas webs de noticias.
- **Seguro:** Django facilita la detección y solución de posibles fallos en la seguridad en las páginas web del lado del servidor. Proporciona una administración segura de usuarios y contraseñas y evita errores que son comunes en el diseño y desarrollo back-end.
- **Portátil:** Django se puede usar en cualquier sistema y plataforma y, además, está respaldado por muchos de los proveedores de hosting que, además, suelen proporcionar la documentación necesaria para implementarlo. (Tokio School, 2022)

1.5.3.1 BackEnd

En el contexto de desarrollo de aplicaciones el backend es la parte de un sitio web que no está disponible al usuario, como bases de datos y servidores. Esta es la capa de acceso a datos, es por medio del backend que el sitio web funciona, actualiza y cambia, donde se analizan los datos de forma continua para dar un resultado que se entrega de forma visual al usuario. La prioridad de los desarrolladores que trabajan en backend es la seguridad, la estructura, y gestión de contenido. (Almuttari, 2021)

1.5.3.2 FrontEnd

El frontend en el contexto de desarrollo de aplicaciones es todo lo relacionado con lo que ve el usuario en un sitio web y le permite navegar en el mismo, conocido como el lado del cliente. Estas tecnologías y lenguajes de programación vienen implementados en los distintos navegadores web que existen, que son interpretadores de estos códigos. (Almuttari, 2021)

1.5.4 Herramientas de desarrollo

Visual Studio Code

Es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft. Software libre y multiplataforma, está disponible en Windows GNU/Linux y macOS. Visual Studio Code tiene una buena integración con Git por lo que puede revisar diferencias o lo que conocemos con git diff, organizar archivos, realizar commits desde editor y hacer push y pull desde cualquier servicio de gestión de código fuente. Cuenta con soporte para depuración que ayuda a detectar errores en el código y disponible de un sinnúmero de extensiones que básicamente da la posibilidad de escribir y ejecutar código en cualquier lenguaje de programación, además permiten tener una mejor experiencia, y lo más importante no afecta en el rendimiento del editor, ya que se ejecutan en procesos independientes. (OpenWebinars, 2022)

Anaconda

Es una distribución de los lenguajes de programación Python y R para computación científica (ciencia de datos, aplicaciones de Machine Learning, procesamiento de datos a gran escala, análisis predictivos). Tiene como ventajas simplificar la gestión e implementación de paquetes. La distribución incluye paquetes de data science adecuados para Windows, Linux y MacOS. Las versiones de paquetes en Anaconda son administradas por el sistema de gestión de paquetes conda. Este administrador de paquetes se separó como un paquete de código abierto separado, ya que terminó útil por si solo y para cosas distintas de Python. (Rondón, 2022)

1.5.5 Herramientas Case

Las herramientas CASE son diversas aplicaciones informáticas o programas informáticos destinadas a aumentar la productividad en el desarrollo de software, por lo que reducen el costo de las mismas en términos de tiempo y de dinero. Estas herramientas pueden ayudar en todos los aspectos del ciclo de vida de desarrollo del software en tareas como el proceso de realizar un diseño del proyecto, cálculo de costos, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática, documentación o detección de errores. En la realización de este trabajo se usó como herramienta Visual Paradigm porque propicia un conjunto de ayudas para el desarrollo de programas informáticos, desde la planificación, luego el análisis y el diseño, hasta la generación del código fuente de los programas y la documentación. Visual Paradigm ha sido concebida para soportar el ciclo de vida completo del proceso de desarrollo del software a través de la representación de todo tipo de diagramas. Constituye una herramienta de software libre de probada utilidad para el analista.

Se caracteriza por:

Software libre.

Disponibilidad en múltiples plataformas (Windows, Linux).

Diseño centrado en casos de uso y enfocado al negocio que genera un software de mayor calidad.

Uso de un lenguaje estándar común a todo el equipo de desarrollo que facilita la comunicación.

Capacidades de ingeniería directa e inversa.

1.6 Inteligencia artificial

Se puede entender inteligencia artificial como el campo científico de la informática que busca la creación de programas y mecanismos que permita a las máquinas ser inteligentes y comprender la inteligencia humana, adicionalmente la inteligencia artificial no sólo se basa en métodos observables sino resolución de problemas, y toma de decisiones como lo hacen los humanos.

Adicionalmente la inteligencia artificial cuenta con dos subcampos de aplicación, los cuales son aprendizaje profundo y aprendizaje automático, pero a su vez el aprendizaje profundo es un subcampo del aprendizaje automático (IBM Cloud Education, 2020)

1.6.1 Modelo de detección de disparo único

Este modelo se basa en una única red neuronal profunda para realizar toda la detección de objetos, en este caso las palmas de las manos, donde crea cuadros delimitadores y en dichos cuadros se realiza un análisis de las características en cada cuadro que se creó. Adicionalmente, la red analiza múltiples mapas de características y varias resoluciones de imágenes, para no realizar un remuestreo de píxeles de la imagen. Una ventaja de este método es que el entrenamiento de este es fácil de realizar e implementar al momento de hacer detección de objetos. (Liu, 2015)

1.6.2 Modelo de detección de palmas

Para lograr detectar la ubicación inicial de las manos, se diseña un modelo de detección de disparo único que es optimizado para su uso. Detectar las manos es un trabajo arduo, ya que el modelo de detección de palmas debe tener en cuenta los diferentes tamaños de palmas y ser capaz de detectar manos ocluidas y auto ocluidas. Para tratar estos desafíos como primera instancia se entrena un detector de palmas ya que es más fácil estimar las cajas delimitadoras de un objeto como la palma que la detección total de la misma, en este se aplican técnicas como supresión no máxima, cuadros delimitadores y un extractor de funciones de codificador-decodificador (MediaPipe, 2021)

1.6.2.1 MediaPipe

Es un marco multiplataforma de código abierto. Esta librería permite construir una canalización de la percepción de gráficos, sonidos y videos en tiempo real donde se utilizan modelos de inferencia como TensorFlow TFLite, donde ofrecen varias soluciones como lo son hands, Face Mesh, Hand Tracking, Iris23, entre otras, con modelos pre entrenados. (Opensource.Google, 2021)

1.6.3 Detección de objetos y cuadros delimitadores

En la detección de objetos por máquina la mayoría de las veces se realiza con un objeto único, lo cual no simula un ambiente real, debido a que en estos ambientes suelen haber muchos objetos de por medio. Uno de los métodos para identificar el objeto a buscar son los cuadros delimitadores, los cuales delimitan el objeto encontrado en una caja que cuenta con coordenadas (X, Y) para sus bordes y con respecto a su centro, lo que le da un ancho y un alto en donde se encuentra el objeto encontrado y delimitado para poder realizar el análisis pertinente (Learning Into Deep Learning, 2022)

1.6.4 Extracción de funciones del codificador automático

Es una red neuronal que se usa para aprender una representación comprimida de datos sin procesar. Esta red neuronal se compone de un codificador y submodelos de decodificador.

La función del codificador es comprimir la entrada y la del decodificador es intentar recrear la entrada a partir de la versión comprimida proporcionada por el codificador. Después de realizar el entrenamiento, el modelo codificador se guarda y el decodificador se descarta. El codificador puede usarse como una técnica de preparación de datos, que permite realizar la extracción de características en datos sin procesar, y estos pueden ser usados para entrenar un modelo de aprendizaje automático. (Brownlee, 2020)

1.6.5 Renderización

Este proceso genera una imagen bidimensional o tridimensional mediante un programa de computadora especializado, con el fin de dar un resultado realista, donde se aplican técnicas ya sea de iluminación, posicionamiento de la cámara, fondos adecuados y distribución, entre otras. Finalmente se obtiene una imagen fotorrealista, que aparenta ser una fotografía. (arqing, 2021)

1.6.6 Hand Landmark Model

Este modelo detecta los puntos de referencia de la mano y realiza una localización precisa de puntos clave de 21 coordenadas 3D de los respectivos nudillos de la mano dentro de las regiones de la mano detectadas mediante la predicción directa de coordenadas. Para tener una mejor detección de las posibles poses de la mano, además del uso de un conjunto de datos reales, se incluye la renderización de un modelo de mano sintético de alta calidad en varios fondos. Este modelo es robusto incluso para manos poco visibles (MediaPipe, 2021)

1.7 Deficiencia auditiva

La deficiencia auditiva son alteraciones en la audición que pueden generar una incorrecta percepción de ella. Esta se puede presentar en diferentes grados, y pueden alterar en la persona la capacidad de recepción, comprensión y asociación de los sonidos del medio ambiente que lo rodea y de los sonidos que componen un código lingüístico de tipo auditivo-vocal.

1.7.1 Lenguaje de señas

La lengua de señas es la lengua natural de las personas sordas. Esta lengua cumple con todas las leyes lingüísticas y facilita solventar las necesidades comunicativas y sociales propias del ser humano. Se basa en expresiones y movimientos a través de las manos, los ojos, el rostro, la boca y el cuerpo. Este lenguaje de señas también está al alcance de las personas que no cuentan con esta deficiencia. (Vercher, 2018)

1.8 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se expusieron diferentes aspectos que son importantes para poder introducirse en el tema de esta investigación. Luego de estudiar los antecedentes del proceso objeto de estudio, así como las herramientas y tecnologías y la metodología de desarrollo de software, se concluye que:

- Se planteó las dificultades que existen actualmente a la hora de comunicarse las personas con discapacidades auditivas y las que no las presentan, además de mostrar ejemplos de aplicaciones informáticas vinculadas con el tema y se evidenció que estos sistemas existentes no resuelven la situación problemática planteada.
- Todas las herramientas de desarrollos que han sido seleccionadas son las apropiadas para desarrollar la aplicación que dará solución al problema de esta investigación.
- Se ha contribuido a una mejor comprensión del objeto de estudio y se han establecido las bases para las siguientes etapas de investigación.

Capítulo 2. Diseño de la Propuesta de Solución

2.1 Introducción

Desarrollar una aplicación web que se ajuste a las necesidades del cliente es uno de los principales aspectos que se persiguen a lo largo de esta investigación. En este capítulo se describen los principales elementos de la propuesta de solución, con el apoyo de la metodología ágil de desarrollo de software SCRUM, donde se utiliza la Pila del Producto, la Pila de Sprint, la planificación de este último y las historias de usuarios correspondientes se realiza la descripción de los requerimientos. Además, se desarrolló el análisis de factibilidad de la aplicación.

2.2 Descripción de la solución

Se propone el desarrollo de una aplicación web que funcione como intérprete de la lengua de señas cubana y a la vez que sea una vía de aprendizaje para las personas que no tengan conocimientos de dicho lenguaje, mediante un diccionario donde se puedan encontrar palabras de la lengua natural con sus respectivos gestos de la lengua de señas. También se pueden escribir palabras a través de un teclado para conocer los gestos de cada letra de esta palabra y con el dactilema o alfabeto las personas sordas pueden escribir palabras, todo esto con el fin de viabilizar las comunicaciones entre personas con discapacidad auditiva y personas que no presenten dicha discapacidad.

Con la aplicación interactúa un usuario o sea cualquier persona que desee comunicarse con una persona sorda o viceversa, así como, una persona que esté interesada en aprender la lengua de señas.

2.2.2 Requerimientos no Funcionales

Tabla1 Requisitos no Funcionales

Código	Requisito	Descripción
RFN01	Usabilidad	El sistema podrá ser usado por personas con conocimientos básicos en el manejo de computadoras. Se emplearán máscaras de progreso para indicar el

		<p>estado de los procesos que por su complejidad requieran de un tiempo de procesamiento apreciable por los usuarios. El software tendrá siempre visible la opción de Ayuda, lo que posibilitará un mejor aprovechamiento por parte de los usuarios de sus funcionalidades.</p>
RFN02	Confiabilidad	<p>Deben establecerse los mecanismos necesarios para el restablecimiento del sistema ante fallos de comunicación u otros, los tiempos mínimos. Deben montarse sistemas de respaldo eléctrico en los locales de los servidores para mantener la vitalidad de los servicios.</p>
RFN03	Rendimiento	<p>Al tener en cuenta que el producto se debe diseñar sobre una arquitectura cliente - servidor, los tiempos de respuestas del sistema deben ser rápidos, al igual que la velocidad de procesamiento de la información para lograr</p>

		respuestas rápidas del mismo.
RFN04	Requerimiento de Ayuda y Documentación	El sistema contará con una ayuda general en la página principal, que guíe al usuario a trabajar en el sistema. Estará disponible en cada una de las interfaces, de manera que los usuarios tengan conocimiento de las funcionalidades del mismo y logren hacer un mejor uso de ellas.
RFN05	Interfaz	El sistema tendrá una interfaz fácil de usar, sencilla, amigable, que permita que los usuarios sean capaces de interactuar con la aplicación aun con conocimientos básicos de informática. Será diseñada para adaptarse a la resolución del usuario, con la utilización de colores refrescantes, agradables y se emplearán imágenes identificadas con el negocio donde se utilizará el sistema.

RFN06	Portabilidad	El sistema será multiplataforma y será compatible con los sistemas operativos Windows y Linux.
RFN07	Integridad	La información manejada por el sistema será objeto de cuidadosa protección contra corrupción y estados inconsistentes, de igual manera el origen y autoridad de los datos.
RFN08	Disponibilidad	La información se encontrará disponible en todo momento para aquellos usuarios autorizados a acceder al sistema.
RFN09	Software	Para el cliente: Navegador Mozilla Firefox. □ Sistema operativo: Linux NOVA / Windows XP o superior.
RFN10	Hardware	Para el cliente: - Tarjeta de red. - Impresora. - Procesador Pentium III a 1,33GHz con 256 Mb de memoria RAM.

		<input type="checkbox"/> Para el servidor: - Procesador Pentium IV a 3.0GHz y 1Gb de memoria RAM. - Al menos 40Gb de espacio libre en disco duro.
--	--	---

2.3 Fase de planificación

La clave para llevar una buena administración de los proyectos es hacer una planificación y estimación del sprint, lo que ayudara a establecer metas fijas y cumplir con los pasos, con este objetivo y según las ideas del cliente sobre el software se desarrollaran la Pila del Producto con la que se obtendrá un punto de partida para el resto de la planificación del proyecto. Igualmente, con el apoyo de la Pila de Sprint y sus descripciones se realizara una estimación de cada una de las entregas del proyecto y del tiempo puesto que la planificación inicial se podría afectar debido a cambios que pudiesen sufrir estos aspectos durante el desarrollo del proyecto.

2.3.1 Product Backlog o Pila de Producto

Lista ordenada donde van enlistados todos los elementos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Es, en palabras más sencillas, una lista priorizada de todo lo que el cliente desee. Permite manejar un margen de visualización de todas las funcionalidades que se quiere desarrollar, funciona como una especie de directorio que contiene todo lo que se necesita para que el proyecto se ejecute exitosamente. (Mancuzo, 2021)

Tabla2 Pila del Producto

Pila de Producto			
Código	Prioridad	(Descripción	Estimado (hrs)
P01	Alta	Investigar la plataforma tecnológica	48

P02	Alta	Diseñar interfaces de usuario	6
P03	Alta	implementar el algoritmo de reconocimiento de señas	168
P05	Alta	Generar vista intérprete	72
P06	Media	Generar vista Teclado	72
P07	Media	Generar vista Teclado/Señas	72
P08	Media	Generar vista Diccionario	72
P09	Media	Generar vista Ayuda	72

2.3.2 Pila de Sprint o SPRINT BACKLOG

Descompone el proyecto en unidades de tamaño el proyecto en unidades de tamaño adecuado para determinar el avance a diario, e identificar riesgos y problemas sin necesidad de proceso complejos de gestión. Es también una herramienta de soporte para la comunicación directa del equipo. (Srum Manager, 2021)

Tabla3 Pila de Sprint

Pila de Sprint					
Sprint	Pila de Producto	Encargado	Fecha Inicial	Fecha Final	Valor

1	Investigar la plataforma tecnológica	Roxana	1/09/2022	10/09/2022 (10 días)	54
	Diseñar interfaz de usuario	Alvarez Miranda			
2	Implementar el algoritmo de reconocimiento de señas	Roxana Alvarez Miranda	11/09/2022	30/09/2022 (20 días)	222
3	Generar vista intérprete	Roxana Alvarez Miranda	1/10/2022	30/10/2022 (30 días)	582
	Generar vista Teclado				
	Generar vista Teclado/Señas				
	Generar vista Diccionario				
	Generar vista Ayuda				

2.3.2.1 Planificación del Sprint

Tabla4 Sprint 1

SPRINT 1				
Pila del Producto	Tareas	Encargado	Estimación Inicial	Estimación Total
Investigar la plataforma tecnológica	-Seleccionar los lenguajes de programación y herramientas de desarrollo.		45	54
Diseñar interfaces de usuario	- Seleccionar colores del diseño		4	
	- Diseñar la interfaces de usuario			
	- Realizar la maquetación del diseño		6	

Tabla5 Sprint 2

Sprint 2				
Pila del Producto	Tareas	Encargado	Estimación Inicial	Estimación Total
Implementar el algoritmo de reconocimi	-Definir técnicas de IA a emplear -Definir modelo pre entrenado a emplear -Definir conjunto de entrenamiento y conjunto de prueba	Roxana Alvarez Miranda	72	168

ento de señas	-Generar el modelo del interprete	Roxana Alvarez Miranda	95	
------------------	-----------------------------------	------------------------------	-----------	--

Tabla6 Sprint 3

Sprint 3				
Pila del Producto	Tareas	Encargado	Estimación Inicial	Estimación Final
Generar vista intérprete	-Implementar la vista. -Acceder a la cámara desde la vista.	Roxana Alvarez Miranda	48	360
	-Comprobar el correcto funcionamiento de la vista -Comprobar que la información sea correcta y con el formato adecuado según el diseño	Roxana Alvarez Miranda	8	
Generar vista Teclado	-Implementar la vista. -Generar el teclado letras.	Roxana Alvarez Miranda	48	
	-Comprobar el correcto funcionamiento de la vista -Comprobar que la información sea correcta y con el formato adecuado según el diseño	Roxana Alvarez Miranda	8	
Generar vista Teclado/Señas	-Implementar la vista. -Generar el teclado señas	Roxana Alvarez Miranda	48	
	-Comprobar el correcto funcionamiento de la vista -Comprobar que la información sea correcta y con el formato adecuado según el diseño	Roxana Alvarez Miranda	8	
Generar vista Diccionario	-Implementar la vista. -Implementar la función de búsqueda.	Roxana Alvarez Miranda	48	

	- Acceder imágenes.			
	-Comprobar el correcto funcionamiento de la vista -Comprobar que la información sea correcta y con el formato adecuado según el diseño	Roxana Alvarez Miranda	8	
Generar vista Ayuda	-Crear y maquetar la vista. -Cargar imágenes	Roxana Alvarez Miranda	48	
	-Comprobar la correcta funcionalidad de la vista -Comprobar que la información sea correcta y con el formato adecuado según el diseño	Roxana Alvarez Miranda	8	

2.3.3 Historias de Usuario

Las historias de usuario se usan como una herramienta de comunicación que combina las fortalezas de ambos medios: escrito y verbal. Describen en una o dos frases, una funcionalidad de software desde el punto de vista del usuario, con el lenguaje que este emplearía. El foco está puesto en qué necesidades o problemas soluciona lo que se va a construir.

Tabla7 Historia de Usuario 1

Historia de Usuario	
Código: Hu1	Nombre: Generar vista Interprete
Complejidad: alta	Hu Relacionadas: no
Actor: Usuario	Tipo Hu: Funcional
Descripción: Si el usuario quiere conocer la palabra que le corresponde a un gesto determinado lo puede hacer mediante la vista Intérprete	
Prototipo	Resultado Se observa la palabra correspondiente al gesto realizado por el usuario.

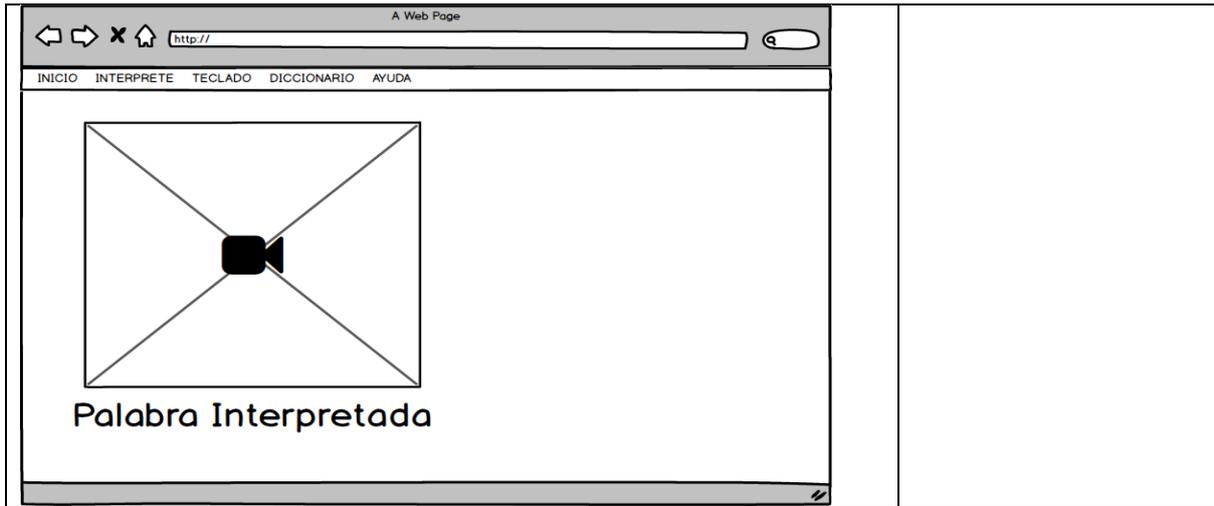


Tabla8 Historia de Usuario 2

Historia de Usuario	
Código: Hu 2	Nombre: Generar vista Teclado
Complejidad: alta	Hu Relacionadas: Hu 3
Actor: Usuario	Tipo de Hu: Funcional
<p>Descripción: El usuario escribirá palabras y lo podrá hacer mediante la vista del Teclado</p>	
<p>Prototipo</p> <p>A screenshot of a web browser window titled "A Web Page". The address bar shows "http://". Below the address bar are navigation buttons (back, forward, stop, refresh, home) and a search icon. A menu bar contains the items: INICIO, INTERPRETE, TECLADO, DICCIONARIO, AYUDA. The main content area features a large empty rectangular text input field. Below the input field is a virtual keyboard layout with keys for Q, W, E, R, T, Y, U, I, O, P; A, S, D, F, G, H, J, K, L; an arrow key, Z, X, C, V, B, N, M, and a square key; and a 123 key, a globe icon, a microphone icon, a space key, and a return key.</p>	<p>Resultado Se muestran las imágenes correspondientes a cada una de las letras de la palabra escrita</p>

Tabla9 Historia de Usuario 3

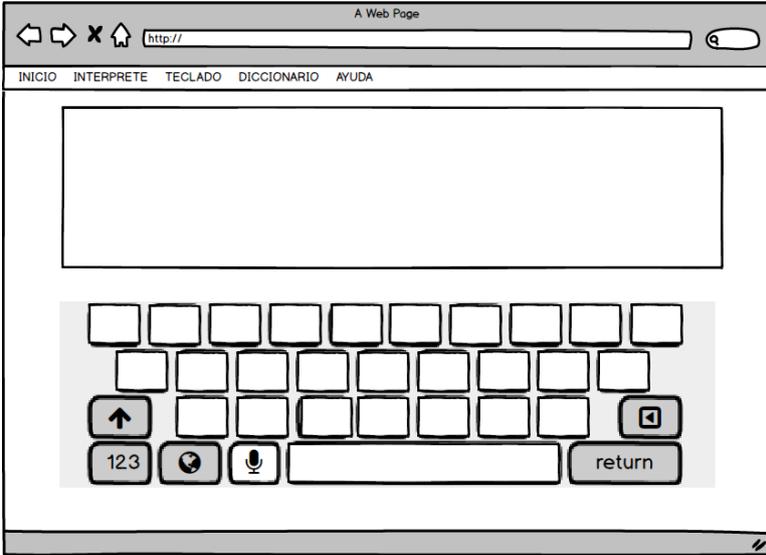
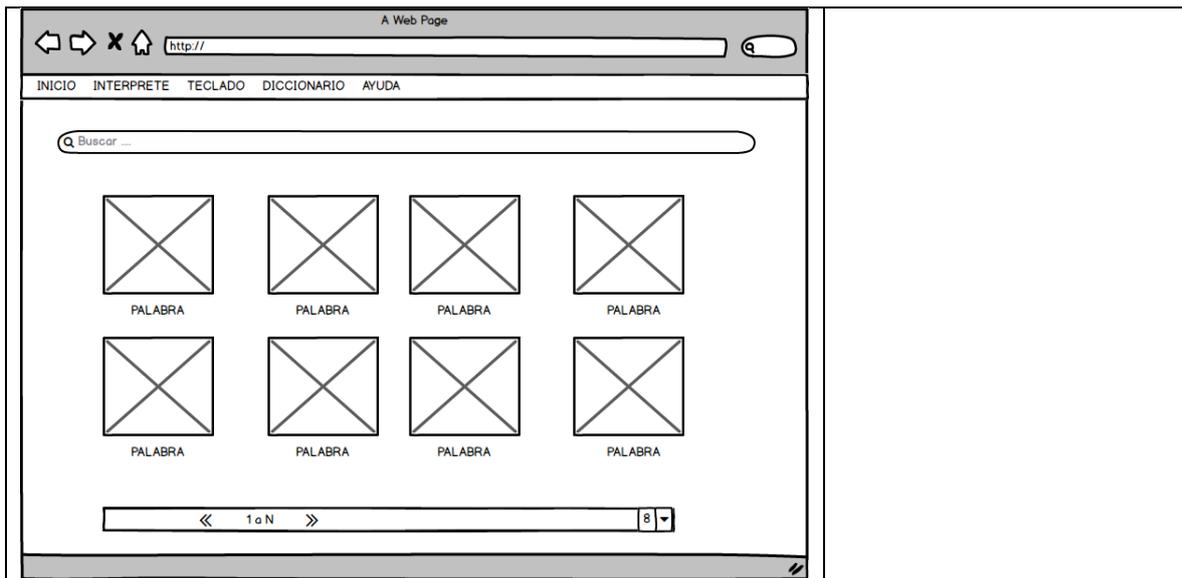
Historia de Usuario	
Código: Hu 3	Nombre: Generar vista Teclado/Señas
Complejidad: alta	Hu Relacionadas: Hu 2
Actor: Usuario	Tipo de Hu: Funcional
<p>Descripción: Se pueden escribir palabras a través de imágenes correspondiente a los gestos de cada letra del abecedario.</p>	
<p>Prototipo</p>  <p>El prototipo muestra una ventana de navegador con el título 'A Web Page'. La barra de direcciones contiene 'http://'. Debajo de la barra de direcciones hay un menú con las opciones: INICIO, INTERPRETE, TECLADO, DICCIONARIO, AYUDA. El contenido principal de la página está dividido en dos secciones: una sección superior que es un rectángulo vacío, y una sección inferior que muestra un teclado virtual. Este teclado tiene varias filas de botones cuadrados. La fila superior tiene 10 botones. La fila inferior tiene botones con los siguientes íconos: una flecha hacia arriba, un ícono de un globo, un ícono de un micrófono, un campo de entrada de texto vacío, y un botón etiquetado como 'return'.</p>	<p>Resultado Se mostrara la palabra en lenguaje natural.</p>

Tabla10 Historia de Usuario 4

Historia de Usuario	
Código: Hu 4	Título: Generar vista Diccionario
Complejidad: media	Hu Relacionadas: no
Actor: Usuario	Tipo de Hu: Funcional
<p>Descripción: Se pueden buscar palabras que vendrán acompañada de su equivalente en la lengua de señas.</p>	
Prototipo	<p>Resultado Se muestra la palabra deseada con sus respectivos gestos de la lengua de señas</p>



2.4 Diseño e Implementación del Algoritmo de Reconocimiento de Patrones

El reconocimiento de un gesto, es el proceso en donde un usuario hace un gesto y el receptor lo reconoce. Con esta técnica, podemos interactuar con máquinas y mandar mensajes particulares de acuerdo con el ambiente y sintaxis de la aplicación. Para utilizar visión artificial en el reconocimiento de gestos, es necesario el uso de procesado de imagen y extracción de características. La mayoría de los sistemas basados en visión son compuestos de tres etapas:

1. **Detección:** El primer paso para el reconocimiento de gestos es la detección de las manos y la segmentación de la región de interés de la imagen. Este proceso es crucial para eliminar la información de fondo irrelevante y poder hacer un seguimiento de acuerdo a la secuencia. Varias características visuales han sido tomadas en consideración en diferentes métodos como color forma, movimiento o modelos
2. **Seguimiento:** El seguimiento es el siguiente paso en el reconocimiento de gestos. Este paso se refiere a la correspondencia de cuadro a cuadro del objeto en movimiento. Este seguimiento nos formará la trayectoria que deberá ser clasificada para determinar el gesto detectado. Puede ser utilizado de manera directa o analizado después de terminar el gesto.
3. **Reconocimiento:** La meta de un sistema de reconocimiento de gestos; es la interpretación de la semántica de la posición, postura y movimientos de la mano. Básicamente existen dos tipos de interacción de gestos con la computadora. El primero es control de aplicaciones basados en el movimiento en tiempo real. El segundo tipo es el que involucra el reconocimiento de la postura de la mano, señas o gestos y el reconocimiento de los mismos tendrán una dependencia directa con la aplicación en la que se use.

Desarrollo del algoritmo para procesar la imagen

Se consideran las siguientes etapas para conseguir el reconocimiento preciso del gesto de la persona que será sometido a un proceso de seguimiento, con el empleo de una cámara.



Figura1 Etapas para el reconocimiento del gesto

La segmentación correcta de la mano para reconocer el gesto y seguir el movimiento es un reto, debido a las variaciones espacio-temporal. Errores en el proceso del seguimiento causan fallas de la estimación del movimiento desviándola de la trayectoria real

Figura2 . Implicaciones de análisis de video

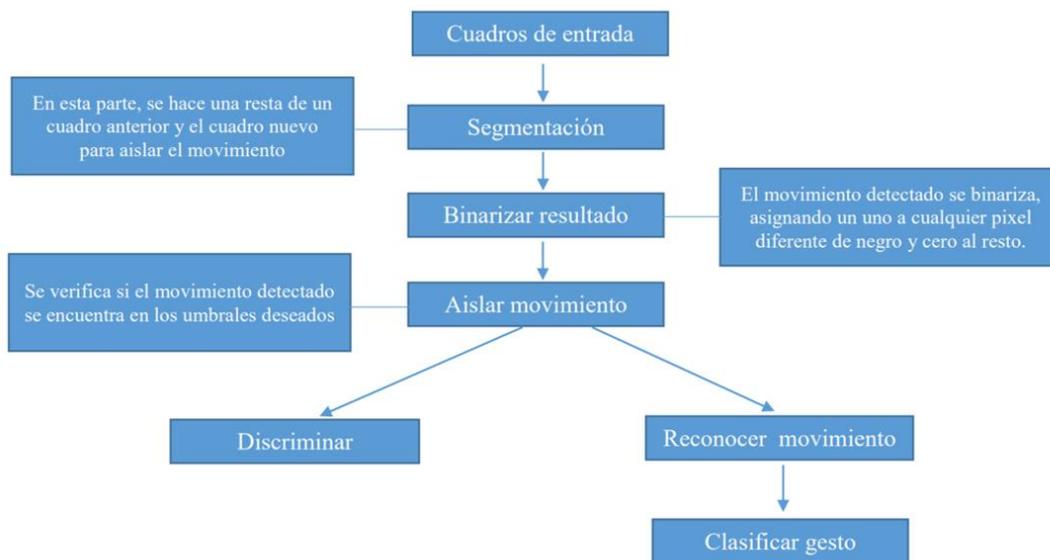


Figura3 Funcionamiento de la aplicación



2.5 Análisis de factibilidad

Al desarrollarse un software es preciso saber si será factible o no su producción, por lo que hay que tener en cuenta los costos y beneficios que traerá consigo. Es necesario también realizar una estimación del esfuerzo, el tiempo de desarrollo y la cantidad de personas que participarán para poder determinar eficazmente si resulta beneficioso el desarrollo, aunque es importante señalar que solo se habla de una estimación.

El tiempo que se empleará en cada requisito se estima basado en la experiencia del programador en el trabajo con el lenguaje de programación, el entorno de desarrollo, el conocimiento sobre el tema de investigación y las técnicas de programación necesarias para resolver el problema. La estimación por lo tanto es de forma empírica y desde el comienzo se conoce el tiempo de duración total estimado del proyecto.

Para la estimación del costo del software se empleó la fórmula propuesta por la metodología, donde se determina:

Tabla11 Distribución de tiempo por tarea principales del proyecto

No.	Tarea	Prioridad	Complejidad	Tiempo de desarrollo (semanas)
1	Desarrollar algoritmo de reconocimiento de patrones de imágenes, aplicado al lenguaje de señas cubano	Alta	Alta	4
2	Desarrollar módulo web del Intérprete de señas	Media	Alta	11

Costo diario de un trabajador= Tarifa horaria (MT) * Trabajador * Tiempo diario.

= \$31 * 2 trabajador * 6 horas.

= \$372

Costo mensual de un trabajador = \$8 928

Al tener en cuenta un tiempo estimado de aproximadamente cuatro meses para el desarrollo del proyecto se determina:

Costo total= \$8 928 * 4 meses.

= \$ 35 712

El costo de desarrollo del sistema fue \$35 712.00 aproximadamente, lo que en materia económica constituye una cifra moderada de dinero con respecto a los beneficios que se evidencian a continuación.

Dentro de los beneficios que reporta la aplicación web cabe mencionar que, permite a las personas con falta de audición una mayor integración e interacción con la sociedad. Esta aplicación provee a las personas sordomudas de una herramienta eficiente que elimina la barrera de la comunicación en ambos sentidos, pues no solo los que posean esta discapacidad tendrán la posibilidad de comunicarse, sino que también aquellas personas interesadas podrán conocer y aprender más del lenguaje de señas cubano.

2.6 Conclusiones del Capítulo

Luego de describir el diseño de la solución propuesta al problema científico de esta investigación se concluye que:

1. Una correcta planificación y un buen diseño permite al desarrollador tener una visión general de los principales conceptos del objeto de estudio.
2. El levantamiento de los requisitos y su descripción fue fundamental para lograr un diseño más apropiado para la realización del proyecto.
3. Se proporciona una visión más completa del módulo a desarrollar dado que se modelan todos los procesos que intervienen en el mismo.

Capítulo 3 Validación de la propuesta de solución

3.1 Introducción

En este capítulo se describe de forma detallada la aplicación web desarrollada como parte de la propuesta de solución. También se realizan las pruebas de software con el fin de entregarle al cliente un producto totalmente funcional, se verifica la integración adecuada de los componentes y se cumple con todos los requisitos demandados por el mismo, además de asegurar que los defectos encontrados se han corregido, todo esto con el objetivo de satisfacer sus necesidades.

3.2 Descripción de la propuesta de solución

La aplicación web InterPre-T se desarrolló para viabilizar las comunicaciones entre personas con discapacidad auditiva y personas que no presenten dicha discapacidad con el fin de lograr una mayor inclusión de las personas sordas a la sociedad en todos los aspectos tanto económico, político y social.

La aplicación cuenta con cinco módulos generales, cada uno con su función bien delimitada, los cuales se especifican a continuación:

- 1- **Página principal:** Presenta el logo de la aplicación y la barra de navegación a través de la cual nos podemos desplazar a los restantes módulos.



Figura4 Vista Interfaz Página Principal

- 2- **Intérprete:** Presenta el logo de la aplicación, una barra de navegación para trasladarse a las demás vistas. Además de una representación de una cámara que captura los gestos realizados por la persona para definir la palabra correspondiente.

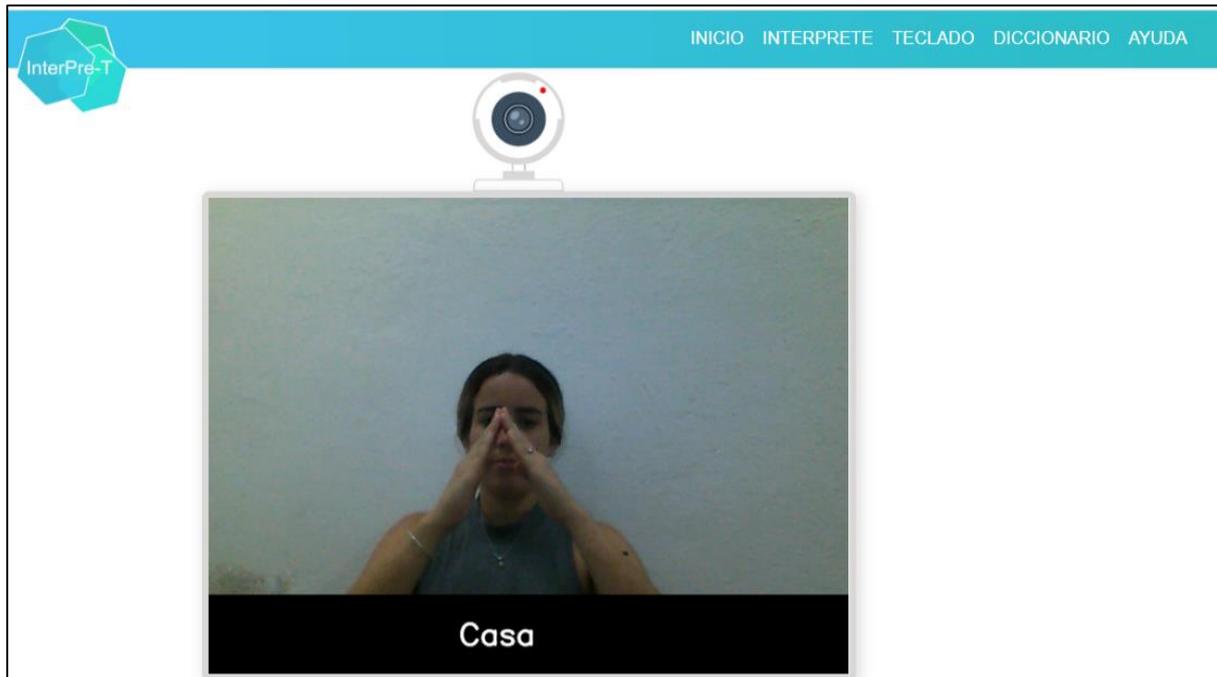


Figura5 Vista Interfaz Intérprete

- 3- **Teclado:** Presenta un teclado a través del cual se pueden escribir palabras que se mostraran con los gestos del lenguaje de señas correspondientes a cada letra de dicha palabra; dentro del mismo podemos encontrar un botón con el nombre Teclado/Señas con el que accedemos a otro teclado para escribir palabras mediante sus gestos correspondientes y se muestra la palabra en el idioma natural.

Presenta además del logo de la aplicación y una barra de navegación para desplazarse a los demás módulos.

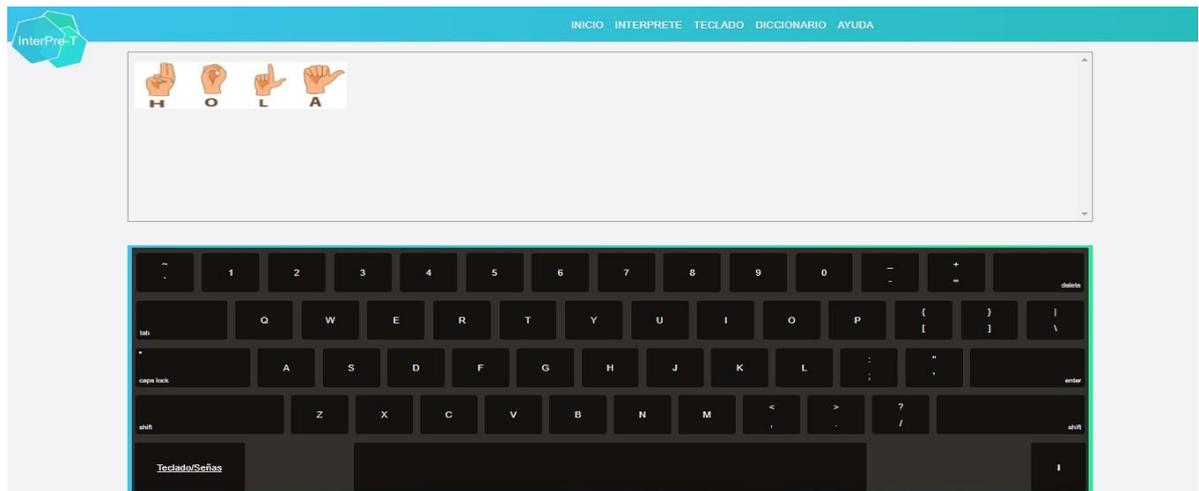


Figura6 Vista Interfaz Teclado Letras

3.1 Teclado mediante gestos

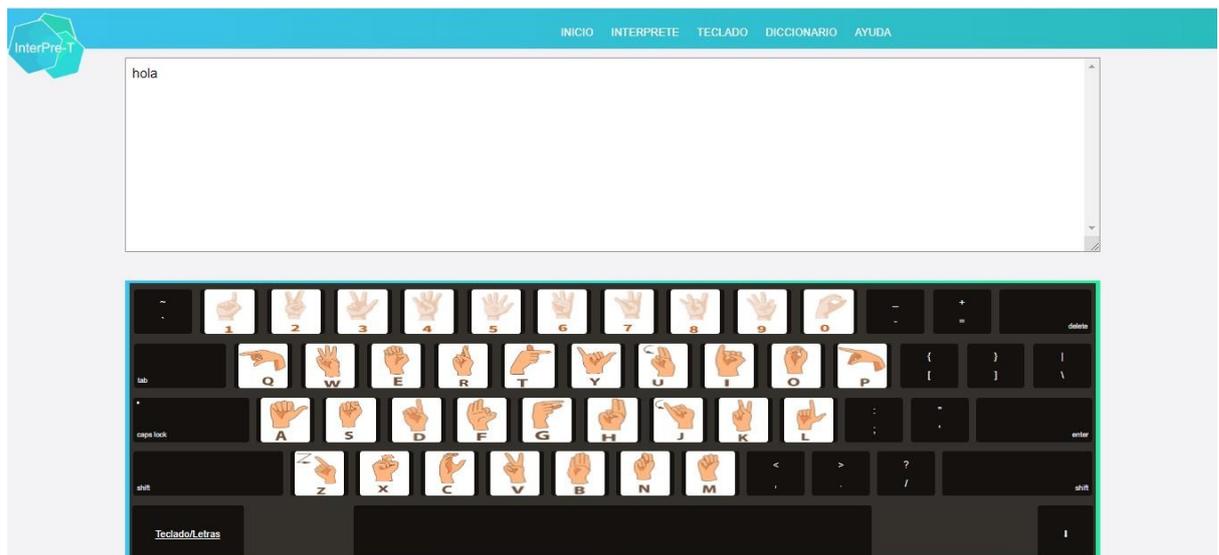


Figura7 Vista Interfaz Teclado Señas

- 4- **Diccionario:** Presenta un conjunto de imágenes que muestran una palabra con los gestos de la lengua de señas que le corresponden, una barra de búsqueda para encontrar la palabra deseada y en la parte inferior una barra que permite seleccionar la cantidad de imágenes que se quiera observar en la vista y se pasan según la cantidad de páginas que sean.

Muestra además el logo de la aplicación u una barra de navegación para desplazarse a los demás módulos.

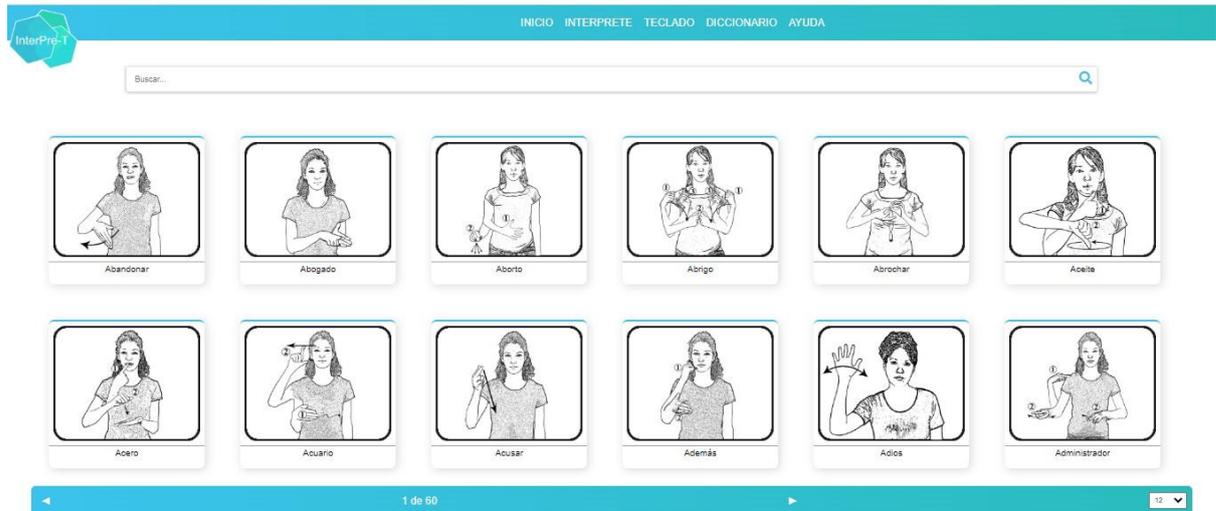


Figura8 Vista interfaz Diccionario

- 5- **Ayuda:** Presenta una galería de imágenes donde se pueden observar cada vista de la aplicación con una descripción detallada de cómo funciona cada una de las partes por las que está compuesta la aplicación.

3.3 Pruebas

Las pruebas son parte fundamental de cualquier proyecto, ya que nos ayudaran a tener mejores resultados, ofrecernos una calidad mayor de nuestro producto y en consecuencia los clientes estarán más satisfechos.

La prueba de software se puede definir como una “actividad en la cual un sistema o uno de sus componentes se ejecuta en circunstancias previamente especificadas, registrándose los resultados obtenidos.

3.3.1 Tipos de pruebas de software

- **Pruebas funcionales:** Están basadas en la ejecución, revisión y retroalimentación de las funcionalidades previamente diseñadas para el software, son pruebas específicas, concretas y exhaustivas para probar y validar que el software hace lo que debe y sobre todo, lo que se ha especificado. Está compuesta por varias fases: Planificación, Preparación, Ejecución y Defectos.
- **Pruebas unitarias:** están basadas en hacer pruebas de pequeños fragmentos de código, por lo que cada prueba tiene que ser lo más independiente posible de las otras y encargarse de una acción específica, su objetivo es el aislamiento de partes del código y la demostración de que estas partes no contienen errores.

- Pruebas de integración: estas pruebas se realizan una vez que se han aprobado las pruebas unitarias, consisten en realizar pruebas para verificar que un gran conjunto de partes de software funciona junto correctamente probándolos en grupos.
- Prueba de Aceptación: el objetivo principal de las pruebas de aceptación es verificar que un producto o característica determinada se haya desarrollado de acuerdo con las especificaciones establecidas por un cliente o un interesado interno. Es importante tener en cuenta que, si bien estas pruebas pueden verificar que la aplicación se comporte como el usuario desea, no verifica la integridad del sistema.
- Pruebas de caja negra: se definen como una técnica de análisis de la funcionalidad de un sistema que no tiene en cuenta la estructura interna del código, estas pruebas tienen una gran importancia en la verificación del estado del sistema, su objetivo está relacionado con la validación.

Características de las pruebas de caja negra

Los sistemas de monitorización basados en las pruebas de caja negra cuentan con una serie de características y propiedades que permiten su funcionamiento. Entre estos está el uso de herramientas y plataformas externas que le permitan realizar una verificación del funcionamiento para comprobar que todo marche de manera correcta. En este tipo de pruebas, el usuario o cliente es el encargado de establecer las métricas que se utilizarán para llevar a cabo el análisis.

Otra de las características de las pruebas de caja negra es que ofrecen un nivel de abstracción del código. Se dedican a realizar las comprobaciones del comportamiento del sistema establecido y esto contribuye a tener una mejor comunicación entre los módulos o subsistemas del software.

Además de esto, se debe tener en cuenta que las pruebas de caja negra se caracterizan por su utilidad para la detección de errores de interfaz, de rendimiento, de inicio y terminación, así como funciones que no se ejecutan de manera correcta o que, directamente, no se ejecutan en el sistema.

3.3.2 Plan de Pruebas

El plan de pruebas de software se elabora con el fin de especificar qué elementos o componentes se van a probar para que el grupo de trabajo pueda realizar el proceso de Validación y Verificación de los requerimientos funcionales y no funcionales REFERENIAR.

Tabla12 Plan de Pruebas

No	Funcionalidades a Probar	Pruebas a realizar
1	Interpretar señas	Test Interpretar señas
2	Escribir palabras	Test Escribir palabras
3	Escribir palabras a través de gestos	Test Escribir palabras a través de gestos
4	Buscar palabras	Test Buscar palabras

3.3.3 Pruebas de aceptación

Como resultado de las pruebas de aceptación se obtendrá una valoración del funcionamiento del sistema, que puede ser satisfactoria o no. Los campos que comprenden estas pruebas son los siguientes:

- ✓ Código: Constituye un indicador de la prueba realizada y es sugerente al nombre de la prueba a la que hace referencia.
- ✓ HU: Contiene el nombre de la historia de usuario a la que hace referencia la prueba a realizar.
- ✓ Nombre: Nombre que se le asigna a la prueba a realizar.
- ✓ Descripción: Se detalla la funcionalidad que se desea probar.
- ✓ Condiciones de Ejecución: Muestra las condiciones necesarias y, que deben ser satisfechas antes de efectuar la ejecución del caso prueba para desarrollar el mismo y obtener los resultados esperados.
- ✓ Entradas: se consideran todas las entradas que hace el usuario, con el propósito de conocer si se obtiene el resultado esperado.
- ✓ Resultado esperado: Se define el resultado que se espera obtener con la prueba realizada.
- ✓ Evaluación de la prueba: Una vez efectuada la prueba y obtenido su resultado se expone una valoración de la misma. Se clasifican en:
 - Satisfactoria: Cuando el resultado de la prueba es exactamente el esperado por el usuario.
 - Parcialmente satisfactoria: cuando el resultado no es completamente el esperado por el cliente o usuario de la aplicación y muestra resultados erróneos o fuera de contexto.

- No satisfactoria: Cuando el resultado de la prueba realizada genera un error de codificación en la aplicación o muestra como resultado elementos no deseados o fuera de contexto, trayendo como consecuencia que la funcionalidad requerida por el cliente no tenga resultado, lo que invalida también la HU.

A continuación, se muestran las tablas relacionadas con las pruebas de aceptación realizadas a la aplicación web:

Tabla13 Pruebas de aceptación 1

Pruebas de aceptación	
Código: 01	HU: Interpretar señas
Nombre Caso de Prueba: Test Interpretar señas	
Descripción: Verificar que se muestre la cámara, además de que detecte correctamente los gestos que realiza la persona.	
Condiciones de ejecución: Que se ejecute la aplicación.	
Entradas: Gestos de la lengua de seña realizado por el usuario.	
Resultado esperado: Se muestra la palabra que le corresponde a los gestos realizados.	
Evaluación: Prueba satisfactoria	

Tabla14 Pruebas de aceptación 2

Pruebas de aceptación	
Código: 02	HU: Escribir palabra
Nombre Caso de Prueba: Test Interpretar señas	
Descripción: Verificar que se pueda escribir la palabra y que se muestre de la misma los gestos de la lengua de señas correspondientes a cada una de sus letras.	
Condiciones de ejecución: Que se ejecute la aplicación.	
Entradas: Una palabra.	
Resultado esperado: Se muestra la palabra con sus gestos correspondientes a cada una de sus letras.	
Evaluación: Prueba satisfactoria	

Tabla15 Pruebas de aceptación 3

Pruebas de aceptación	
Código: 03	HU: Escribir palabra mediante gestos
Nombre Caso de Prueba: Test Escribir palabra mediante gestos	
Descripción: Verificar que se pueda escribir la palabra a través de los gestos de la lengua de señas correspondientes a cada letra del abecedario, y se muestra la palabra en el lenguaje natural.	
Condiciones de ejecución: Que se ejecute la aplicación.	

Entradas: Una palabra.
Resultado esperado: Se muestra la palabra en lenguaje natural.
Evaluación: Prueba satisfactoria

Tabla16 Pruebas de aceptación 4

Pruebas de aceptación	
Código: 04	HU: Buscar palabra
Nombre Caso de Prueba: Test Buscar palabra	
Descripción: Verificar que se muestre la palabra que se desea buscar.	
Condiciones de ejecución: Que se ejecute la aplicación.	
Entradas: Una palabra.	
Resultado esperado: Se muestra la palabra que se buscó.	
Evaluación: Prueba satisfactoria	

3.3.4 Pruebas de Caja Negra

Los campos que comprenden estas pruebas son los siguientes:

- 1 Funcionalidad:
- 2 Código: Constituye un indicador de la prueba realizada.

- 3 Pre requisito: se consideran los elementos fundamentales para darle inicio a la funcionalidad definida.
- 4 Número: número de cada una de las actividades que se realizan para hacer las pruebas.
- 5 Nombre: Contiene el nombre de la actividad que se va a ejecutar para hacer las pruebas.
- 6 Descripción: se describe el funcionamiento de cada una de las actividades a las que se le van a realizar la prueba.
- 7 Respuesta esperada: Representa la respuesta que se espera al ejecutar la actividad definida.
- 8 Respuesta obtenida: Se clasifica en OK si la respuesta que se obtiene es la correcta.

A continuación, se muestran las tablas relacionadas con las pruebas de caja negra realizadas a la aplicación web:

Tabla17 Prueba de Caja Negra 1

Funcionalidad		Interprete		
Código		C01		
Pre requisito		Contar con un dispositivo de captura de imagen		
No	Nombre	Descripción	Respuesta Esperada	Respuesta Obtenida
1	Interpretar señas	A través de la cámara captar los gestos de la lengua de señas que realice una persona en específico.	Obtener la palabra correspondiente a los gestos realizados por la persona.	OK

Tabla18 Prueba de Caja Negra 2

Funcionalidad		Teclado		
Código		C02		
Pre requisito				
No	Nombre	Descripción	Respuesta Esperada	Respuesta Obtenida
1	Escribir palabra lenguaje natural	A través de un teclado escribir palabras en lenguaje natural.	Obtener la palabra con los gestos de la lengua de señas correspondientes a cada letra de dicha palabra.	OK
2	Escribir palabra a través de gestos de la lengua de señas.	A través de un teclado que presenta los gestos correspondientes a cada letra del abecedario se escribe la palabra.	Obtener la palabra en lenguaje natural.	OK

Tabla19 Prueba de Caja Negra 3

Funcionalidad		Diccionario		
Código		C03		
Pre requisito				
No	Nombre	Descripción	Respuesta Esperada	Respuesta Obtenida
1	Buscar palabras	A través de un conjunto de imágenes buscar una palabra que en su imagen muestre el gesto de la lengua de señas correspondiente.	Obtener la palabra que se desea buscar.	OK

3.4 Análisis de los resultados obtenidos

Después de desarrollar todo un proceso de pruebas se lograron resultados satisfactorios, pues tras la detección de diferentes errores se solucionaron varios problemas que impedían el funcionamiento óptimo de la aplicación.

Las pruebas fueron ejecutadas durante todo el proceso de desarrollo, cada módulo fue probado independientemente, hasta que finalmente el sistema completo. Se logró obtener un software cuyas funciones se encuentran en correspondencia con las especificaciones acordadas y que además cumple con los requerimientos de seguridad y usabilidad.

El desarrollo de la aplicación cumple las expectativas trazadas al inicio del proyecto y satisface al cliente en su totalidad.

3.5 Conclusiones del Capítulo

Una vez validada la propuesta de solución al problema científico de esta investigación y a partir de ser analizados los resultados de las pruebas de software realizadas se concluye que:

- Se realizó una descripción detallada de la aplicación donde se especifican correctamente cada uno de sus componentes.
- Las pruebas de software realizadas a la aplicación fueron de gran importancia para demostrar el buen funcionamiento de la misma y el cumplimiento de los requerimientos del cliente.

Conclusiones

Con el desarrollo de la presente investigación se explicó la situación problemática, se mencionaron las herramientas que fueron utilizadas, así como los principales estilos arquitectónicos, se describió y se diseñó la propuesta de solución. También se realizaron las pruebas correspondientes al módulo, pues se verificó el correcto funcionamiento de sus funcionalidades. Por lo que se puede concluir que se cumplió con el objetivo trazado al inicio de la investigación a partir de que:

- El estudio realizado sobre los antecedentes, el estado actual de la temática, la bibliografía y documentos relacionados con el objeto de estudio, permitió contar con los elementos necesarios para dar solución a la problemática planteada.
- Las aplicaciones encontradas, vinculados al tema no le dan solución al problema planteado ya que no satisfacen las necesidades de los clientes.
- Se seleccionaron las herramientas y tecnologías que permitieron desarrollar un software facilitará las comunicaciones entre personas con discapacidad auditiva y personas que no presenten dicha discapacidad.
- Se elaboró una solución de intérprete de la lengua de señas cubana que cumple con todos los requisitos exigidos por el cliente y cuenta con la aceptación del mismo.
- Se realizó la estimación del costo de implementación del sistema y el estudio de factibilidad, se obtiene como resultado la factibilidad de la realización del sistema informático.
- Se validó la solución obtenida, para ello se aplicaron pruebas de aceptación y de caja negra obteniéndose resultados favorables en las mismas.
- La implementación del sistema y la aplicación de las pruebas de validación con resultados satisfactorios demostraron que el software elaborado cumple con los requerimientos especificados.
- La satisfacción del cliente con el producto de software desarrollado fue elevada lo cual se puede asumir como un criterio de validación de la hipótesis trazada

Recomendaciones

Desde el punto de vista del alcance del presente trabajo y al tener en cuenta el momento de desarrollo del mismo, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Un mayor entrenamiento del modelo de visión artificial para obtener un mayor conocimiento de los gestos de la lengua de señas.
- Incluir más palabras para que el sistema pueda obtener un nivel mayor de reconocimiento.

Referencias

- Morales, A. (2015). *La lengua de señas en la vida de los sordos o el derecho de apalabrar su realidad*. Recuperado de <http://www.cultura-sorda.org/lengua-de-senas-en-la-vida-de-los-sordos/>
- Pérez de Arado, B. (2005). *Mis apuntes. El Sordo, su cultura y su lengua*. Caracas: CEPROSORD.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2008). *Metodología de la investigación*. Recuperado de: <https://psicologiaexperimental.files.wordpress.com/2010/03/metodologia-de-lainvestigacion.pdf>
- Almuttari, R. M. (2021). *What's the Difference Between the Front-End and Back-End*.
- arqing. (2021). Recuperado el 4 de junio de 2022, de <https://www.arqingmexico.com/renders/ques-un-render/>
- Brownlee, J. (2020). *machine learning mastery*. Recuperado el 5 de junio de 2022, de <https://machinelearningmastery.com/autoencoder-for-classification/>
- Cookingideas.es. (s.f.). *gob.mx*. Obtenido de gob.mx: <http://www.conapred.org.mx/index.php/>
- Flowler, M., & Scott, K. (1999). *UML Gota a Gota*.
- IBM Cloud Education. (2020). *What Is Artificial Intelligence*.
- Josue. (s.f.). *Lovtechnology*. Recuperado el 11 de septiembre de 2022, de <https://lovtechnology.com/que-son-las-hojas-estilo-cascada/>
- Learning Into Deep Learning. (2022). '13.3. *Object Detection and Bounding Boxes — Dive into Deep Learning 0.16.4 Documentation*'.
- Liu, W. (2015). *SSD Single Shot MultiBo Detetor, Lecture Notes in Computer Science*.
- Mancuzo, G. (6 de marzo de 2021). *ComparaSoftware Blog*. Recuperado el 20 de octubre de 2022, de <https://blog.comparasoftware.com/pila-de-producto-scrum/?amp>
- Mariño, J. S. (2018). Recuperado el 2 de junio de 2022, de <https://www.redaccion.com.ar/que-es-hablalo-la-app-argentina-que-le-da-voz-a-quienes-no-la-tienen/>
- mdn web docs. (2022). Recuperado el 11 de junio de 2022, de mdn web docs: https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics
- MediaPipe. (2021). Recuperado el 5 de junio de 2022, de <https://google.github.io/mediapipe/solutions/hands.html>
- Opensource.Google. (2021). Recuperado el 5 de junio de 2022, de <https://opensource.google/projects/mediapipe>
- OpenWebinars. (2022). Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de OpenWebinars: <https://openwebinars.net/amp/blog/que-es-visual-studio-code-y-que-ventajas-ofrece/>
- Pitarque, A. (6 de enero de 2019). *TODOANDROID*. Recuperado el 2 de junio de 2022, de TODOANDROID: <https://www.google.com/amp/s/www.todoandroid.es/lsapp-una-app-para-aprender-la-lengua-de-signos/amp/>

Rondón, I. (4 de febrero de 2022). *EiPosgrado.com*. Recuperado el 11 de septiembre de 2022, de <https://eiposgrados.com/blog-python/que-es-anaconda/>

Santander Universidades. (2021). Recuperado el 5 de junio de 2022, de Santander Universidades: <https://www.becas-santander.com/es/blog/python-que-es.html>

Scrum Manager. (26 de abril de 2021). Recuperado el 21 de octubre de 2022, de https://www.scrummanager.com/bok/index.php/Pila_del_sprint

Tokio School. (6 de junio de 2022). Recuperado el 9 de septiembre de 2022, de Tokio School: <https://www.tokioschool.com/noticias/que-es-django/>

Trabajar Por El Mundo. (2022). Recuperado el 2 de junio de 2022, de Trabajar Por El Mundo: <https://trabajarporelmundo.org/aplicaciones-aprender-lengua-de-signos>

Vercher, E. (2018). *Agestrad*. Recuperado el 3 de junio de 2022, de < <https://www.agestrad.com/la-lengua-de-senas/>

wikinclusion. (11 de enero de 2020). Recuperado el 2 de junio de 2022, de wikiinclusion: <https://wikiinclusion.org/index.php/PICTOSONIDOS>