



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**SOFTWARE DE CONTROL DE PC A
TRAVÉS DE GESTOS FACIALES Y
KINÉSICOS PARA LAS PERSONAS
CON DISCAPACIDAD MOTORA,
BASADA EN INTELIGENCIA
ARTIFICIAL**

Autores:

Maikol Jesús Rodríguez Chávez

Yorge Alejandro Arteaga Alvarado

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE COMPUTACIÓN

**SOFTWARE DE CONTROL DE PC A TRAVÉS DE GESTOS FACIALES Y
KINÉSICOS PARA LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTORA, BASADA EN
INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO DE COMPUTACIÓN

Autores:

Maikol Jesús Rodríguez Chávez

C.I: 28.323.448

Yorge Alejandro Arteaga Alvarado

CI: 30.585.320

Tutora:

Dra. Milbet Rodríguez

C.I.: 7.996.228

San Diego, marzo de 2024



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Software de control de PC a través de gestos faciales y kinésicos para las personas con discapacidad motora, basada en inteligencia artificial

Realizado por el (la) Br. Yorge Alejandro Arteaga Alvarado

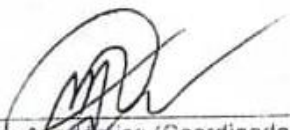
C.I. N° 30585320 cursante de la carrera de Computación


hace constar, después de haber analizado su contenido y oída la exposición oral, considera que el mismo ha sido:

APROBADO


NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Milbeth Rodríguez
C.I.: 7.496.228


Jurado
Nombre: Francisco Durán
C.I.: 3483039




Jurado
Nombre: Wiston Capinoza
C.I.: 9885895

Fecha: 30/4/2024



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Software de Control de PC a través de gestos faciales y kinésicos para las personas con discapacidad motora, basada en inteligencia artificial

Realizado por el (la) Br. Maikol Rodríguez

C.I. N° 28232448 cursante de la carrera de Computación

hace constar, después de haber analizado su contenido y oída la exposición oral.

considera que el mismo ha sido:

APROBADO


NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Milbet Rodríguez
C.I.: 7996228


Jurado
Nombre: Francisco Dora
C.I.: 3483081




Jurado
Nombre: Wilfredo Espinoza
C.I.: 9885895

Fecha 10/04/2022



UNIVERSIDAD
JOSÉ ANTONIO PÁEZ

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI-C-001-2023-2CR-TG

San Diego, 01 de diciembre de 2023

Ciudadano(s):
ARTEAGA ALVARADO, YORGE ALEJANDRO
C.I.: 30585320
RODRÍGUEZ CHÁVEZ, MAIKOL JESÚS
C.I.: 28.232.448

Presente. -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería, en su reunión N° 15-2023 de fecha 2/11/2023, aprobó el proyecto de grado titulado:

**SOFTWARE DE CONTROL DE PC A TRAVÉS DE GESTOS FACIALES Y
KINÉSICOS PARA LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTORA,
BASADA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero de Computación.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a la profesora Rodríguez, Milbet, titular de la cédula de identidad V-7996228.



Atentamente,

Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

Urb. Yuma II, calle 3, Municipio San Diego, estado Carabobo

(0241) 871.42.40 (Master)

DEDICATORIAS

Maikol Rodríguez

Queridos padres, hoy quiero expresar mi más profundo agradecimiento por el invaluable apoyo emocional y económico que han brindado a lo largo de mi proceso universitario en la Universidad José Antonio Páez. Vuestra dedicación y amor han sido pilares fundamentales en mi camino académico, y no puedo expresar con palabras cuánto valoro todo lo que han hecho por mí. Pero lo que sí puedo expresar de la mano de Dios que hemos seguido superando cada obstáculo gracias a Dios y nuestras oraciones.

Esta tesis es más que un simple trabajo de investigación; es un tributo a su constante sacrificio y alentador respaldo. Vuestra confianza en mí ha sido mi motor para superar obstáculos, y cada logro que he alcanzado lleva su huella indeleble.

Nancy Chávez, tus palabras de aliento y tu incansable apoyo y oración en Dios han sido mi faro en las noches más oscuras. Tu amor incondicional me ha dado fuerzas para seguir adelante incluso cuando las dificultades parecían insuperables.

Marco Rodríguez, tu ejemplo de tenacidad y esfuerzo me ha inspirado a luchar por mis sueños. Tus consejos sabios y tu constante presencia han sido mi mayor fortaleza. Porque mientras más me ataca, más fuerte me vuelvo en la adversidad.

En este momento, quiero rendir homenaje a ustedes, mis héroes silenciosos, quienes han trabajado incansablemente para asegurarme un futuro brillante. Vuestra inversión en mi educación no solo ha sido financiera, sino también emocional. Cada llamada de ánimo, cada abrazo en momentos de duda, ha sido un regalo invaluable.

Gracias, mamá y papá, por ser mis guías, mis confidentes y mis mayores admiradores. Esta tesis es un modesto reconocimiento a su amor infinito y a la confianza que han depositado en mí. Que este logro sea también vuestro, porque sin ustedes, nada de esto sería posible.

Con todo mi cariño y gratitud. Su hijo Maikol Jesús Rodríguez Chávez

Yorge Arteaga

Primeramente, gracias a Dios, por nunca abandonarme en ningún momento de mi vida y darme las fuerzas necesarias por seguir adelante.

A mi querida Madre la Ing. Luz Celeste Alvarado, la cual no encuentro palabras para describir lo maravilla que es, una mujer fuerte, luchadora, amable, justa, inteligente, paciente y todos los buenos atributos que puede tener un ser humano excelente en todo el sentido de la palabra. Este logro te lo dedico con todo mi corazón.

A mi Padre Yoger Arteaga, gracias por derramar tus consejos y sabiduría para guiarme a ser una excelente persona y profesional, y que a pensar de los altibajos siempre estás ahí con una gran sonrisa en todo momento. Te admiro con toda mi alma y espero algún día ser alguien como tú.

A mi Hermano, el Ing. Yoger Arteaga. Un colega, compañero, mejor amigo en el cual puedo poner toda mi confianza en todo momento. Gracias por siempre estar conmigo y ser mi compañero en todas las buenas y malas adversidades de mi vida. Te quiero colega.

Al Ing. Arturo Sánchez. Que, a pesar de no compartir ningún lazo sanguíneo, eres como de mi familia. Agradezco que la vida los haya juntado a ti y a mi mama para volverlos los mejores amigos y colegas.

A todos mis familiares y aquellas personas que siempre estuvieron dándome apoyo en todo momento de mi carrera. Este logro también va para todos ellos.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
LISTA DE CUADROS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE GRAFICOS.....	xiii
LISTA DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I	EL PROBLEMA	
	1.1 Planteamiento del Problema.....	3
	1.2 Formulación del Problema.....	4
	1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
	1.3.1 Objetivo General.....	5
	1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
	1.4 Justificación.....	5
	1.5 Alcance y Limitaciones.....	5
II	MARCO TEÓRICO	
	2.1 Antecedentes.....	7
	2.2 Teorías Centrales de la Investigación.....	10
	2.3 Bases Teóricas.....	10
	2.3.1. Inteligencia Artificial (IA).....	10
	2.3.2. Visión Artificial	11
	2.3.3. Machine Learning	11
	2.3.4. Python	12
	2.3.5. OpenCV	13
	2.3.6. Django.....	13
	2.3.7. Frontend.....	13
	2.3.8. Backend.....	13

2.3.9 Metodología de Desarrollo	13
2.3.10 Metodología Extreme Programming (XP)	14
2.4 Bases Legales.....	14
2.5 Definición de Términos Básicos.....	15

II MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la investigación.....	17
3.2 Tipo de Investigación.....	17
3.3 Diseño de la Investigación.....	18
3.4 Nivel de la Investigación.....	19
3.5. Población y Muestra.....	19
3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	19
3.6.1 Técnicas de recolección de datos.....	19
3.6.2 Instrumentos de recolección de datos...	20
3.7. Técnicas de Análisis de Resultados.....	20
3.8. Validación del Instrumento.....	21
3.9. Fases Metodológicas.....	21
3.10. Cuadro de Operacionalización de Variables.....	23

IV RESULTADOS

4.1. Fase I: Diagnosticar la forma de cómo captar los gestos faciales y movimientos de la mano.....	24
4.2 Fase II: Especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales del software.....	28
4.2.1 Requerimientos funcionales.....	28
4.2.2 Requerimientos no funcionales	28
4.3 Fase III: Diseño de un software de inteligencia artificial con la metodología XP	29
4.3.1 Modelo del MediaPipe Face Landmarker	29
4.3.2 Modelo del MediaPipe Hands Landmarker.....	30
4.3.3. Diagrama de caso de uso del rostro.....	31
4.3.4. Arquitectura del software facial.....	31

4.3.5. Fórmula matemática para el parpadeo.....	32
4.3.6. Fórmula matemática para la apertura de la boca....	32
4.3.7. Funciones del software del rostro.....	33
4.3.8. Diagrama de caso de uso de la mano.....	34
4.3.9. Arquitectura de la mano.....	34
4.3.10. Posturas de la mano.....	35
4.4. Fase IV: Construcción del Software con el programa Python junto a las librerías de inteligencia artificial.....	36
4.4.1. Actividad 1: Diseño de la interfaz.....	36
4.3.2 Herramientas empleadas en la construcción del software	37
4.5. Fase V: Realización de pruebas de calidad del software bajo modelos de caja negra y caja blanca.....	40
4.5.1. Pruebas de Caja Negra.....	40
4.5.2. Pruebas de Caja Blanca.....	41
V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. Conclusiones.....	43
5.2. Recomendaciones.....	44
REFERENCIAS.....	45
APENDICE.....	48
Apéndice A: Instrumento de Recolección de Datos Entrevista	49
Apéndice B: Validación del Instrumento de Recolección de datos.....	50

LISTA DE CUADROS
DESCRIPCIÓN

CUADRO		pp.
1	Cuadro de Operacionalización de las Variables.....	23

LISTA DE FIGURAS

DESCRIPCIÓN

FIGURA		pp.
1	Puntos de referencia de Mediapipe Face Landmark.....	29
2	Puntos de referencia de Mediapipe Hand Landmark.....	30
3	Diagrama de caso de uso del rostro.....	31
4	Arquitectura del software facial.....	31
5	Fórmula del parpadeo.....	32
6	Fórmula de la apertura de la boca.....	32
7	Acciones del software mediante el rostro.....	33
8	Diagrama de caso de uso de la mano.....	34
9	Arquitectura del software mediante la mano.....	34
10	Postura de la mano I.....	35
11	Postura de la mano II.....	35
12	Postura de la mano III.....	36
13	Esquema básico del diseño de interfaz.....	36
14	Paleta de colores.....	36
15	Interfaz gráfica del software de los gestos faciales.	37
16	Interfaz gráfica del software con la sidebar desplegable.....	38
17	Interfaz gráfica con pantalla de carga.....	38
18	Interfaz gráfica del software de la mano derecha.....	38
19	Interfaz gráfica del software de la mano izquierda.....	39
20	Interfaz gráfica del manual de usuario.....	39
21	Visualización del manual de usuario.....	39
22	Manual de usuario descargado.....	40
23	Software facial encendido.....	40

LISTA DE GRAFICOS

DESCRIPCIÓN

CUADRO		pp.
1	Porcentaje de personas discapacitadas el mundo Organización Mundial de la Salud, 2011)	3

LISTA DE TABLAS
DESCRIPCIÓN

TABLA		pp.
1	Respuestas a la Pregunta 1 de la Entrevista.....	24
2	Respuestas a la Pregunta 2 de la Entrevista.....	25
3	Respuestas a la Pregunta 3 de la Entrevista.....	26
4	Respuestas a la Pregunta 4 de la Entrevista.....	27
5	Respuestas a la Pregunta 5 de la Entrevista.....	28
6	Reconocimiento facial.....	40
7	Reconocimiento de las manos.....	41
8	Activación del movimiento del mouse a través rostro.....	41
9	Activación del movimiento del mouse a través de la mano.....	42
10	Velocidad del cursor.....	42



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN**

**SOFTWARE DE CONTROL DE PC A TRAVÉS DE GESTOS FACIALES Y
KINÉSICOS PARA LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTORA, BASADA
EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Autores: Maikol Rodríguez
Yorge Arteaga
Tutora: Milbet Rodríguez
Fecha: Marzo 2024

RESUMEN

El presente trabajo de investigación hace referencia al desarrollo de un software de inteligencia artificial el cual, mediante los gestos faciales y kinésicos una persona con alguna discapacidad será capaz de interactuar con una computadora sin necesidad de utilizar las manos. La investigación se denota como proyecto especial acompañada de una investigación de campo no experimental, con un nivel descriptivo, la población corresponde a los softwares de accesibilidad, siendo los softwares de accesibilidad controlado por gestos faciales y kinésicos. Se escoge como técnica de recolección de datos la observación directa y la entrevista. El proyecto será desarrollado utilizando la metodología de desarrollo XP y el lenguaje de programación Python junto a la librería OpenCV para trabajar con visión artificial. La línea de investigación vinculadas al siguiente trabajo es: Desarrollo de nuevas tecnologías de la información y comunicación de la Universidad José Antonio Páez de la Facultad de Ingeniería de la Escuela de Computación. Para finalizar, el proyecto presentó resultados satisfactorios al finalizar su desarrollo, haciendo posible que una persona con discapacidad motora sea capaz de utilizar una computadora mediante sus gestos faciales o kinésicos.

Descriptor: Software, discapacidad, inteligencia artificial, visión artificial, lenguaje de programación.



**BOLIVARIAN REPUBLIC OF VENEZUELA
JOSÉ ANTONIO PÁEZ UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
SCHOOL OF COMPUTER ENGINEERING**

**PC CONTROL SOFTWARE THROUGH FACIAL AND KINESTIC GESTURES
FOR PEOPLE WITH MOTOR DISABILITIES, BASED ON ARTIFICIAL
INTELLIGENCE**

Autors: Maikol Rodríguez
Yorge Arteaga
Tutor: Milbet Rodríguez
Date: March 2024

ABSTRACT

The present research work refers to the development of artificial intelligence software which, through facial and kinesthetic gestures, a person with a disability will be able to interact with a computer without having to use their hands. The research is denoted as a special project accompanied by non-experimental field research, with a descriptive level, the population corresponds to the accessibility software, the accessibility software being controlled by facial and kinesic gestures. Direct observation and interview are chosen as data collection techniques. The project will be developed using the XP development methodology and the Python programming language together with the OpenCV library to work with computer vision. The line of research linked to the following work is: Development of new information and communication technologies at the José Antonio Páez University of the Faculty of Engineering of the School of Computing. Finally, the project presents satisfactory results at the end of its development, making it possible for a person with a motor disability to be able to use a computer through facial or kinesthetic gestures.

Descriptors: Software, disability, artificial intelligence, artificial vision, programming language.

INTRODUCCIÓN

La discapacidad motora facial es una condición que afecta la capacidad de una persona para mover los músculos de la cara. Esto puede dificultar o imposibilitar las actividades cotidianas, como hablar, comer y comunicarse. La tecnología de inteligencia artificial (IA) tiene el potencial de ayudar a las personas con discapacidad motora facial a acceder a la tecnología y participar plenamente en la sociedad. El software de (IA) a través de gestos faciales permite a las personas controlar la computadora con solo mover la cara. El software se desarrollará utilizando técnicas de aprendizaje automático. El software utilizará una cámara web para capturar los movimientos de la cara. Luego, el software utilizará un algoritmo de aprendizaje automático para identificar los gestos faciales.

Se espera que el software permita a las personas con discapacidad motora facial acceder a la tecnología y participar plenamente en la sociedad. El software permitirá a las personas realizar tareas básicas, como navegar por la web, usar aplicaciones y comunicarse con otros. La contribución de esta tesis es el desarrollo de un software de (IA) a través de gestos faciales que sea accesible y fácil de usar para las personas con discapacidad motora facial. El software se basará en técnicas de aprendizaje automático para identificar los gestos faciales.

La discapacidad motora facial es una condición común que afecta a millones de personas en todo el mundo. La tecnología de (IA) tiene el potencial de ayudar a estas personas a acceder a la tecnología y participar plenamente en la sociedad. La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado numerosos campos, incluyendo la asistencia a personas con discapacidades. Este trabajo de tesis se centra en el desarrollo de un software de IA que interpreta gestos faciales para ayudar a las personas con discapacidad en los movimientos faciales. El objetivo principal de este estudio es diseñar y desarrollar un Software de reconocimiento de gestos faciales que pueda interpretar y traducir estos gestos en acciones significativas.

Este sistema permitirá a las personas con discapacidades faciales interactuar con el mundo digital de una manera más accesible y autónoma. El software propuesto utilizará técnicas avanzadas de aprendizaje automático. Además, se diseñará para ser adaptable y personalizable, permitiendo a los usuarios configurar el sistema según sus necesidades individuales.

Esperamos que este trabajo contribuya significativamente al campo de la (IA) aplicada a la asistencia para personas con discapacidades, proporcionando una herramienta valiosa que mejore la calidad de vida de estas personas. A través de este estudio, también esperamos arrojar

luz sobre las posibilidades futuras y el potencial sin explotar de la (IA) en este ámbito. Finalmente, aunque este trabajo se centra en las personas con discapacidades faciales, creemos que las técnicas y métodos desarrollados podrían tener aplicaciones más amplias, beneficiando a una gama más amplia de usuarios en diversas situaciones.

Los autores proponen una solución innovadora que es la creación de un software de reconocimiento de gestos faciales. Este software llamado Facial Movement utilizará técnicas avanzadas de inteligencia artificial e identificar y clasificar gestos faciales. La idea es que este Software pueda interpretar estos gestos y traducirlos en acciones significativas, proporcionando así una nueva forma de interacción para las personas con discapacidades en los movimientos faciales. El software será diseñado para ser adaptable y personalizable, permitiendo a los usuarios configurar el sistema según sus necesidades individuales. Esto significa que el software podrá “aprender” y “entender” los gestos faciales únicos de cada usuario, lo que permitirá una mayor precisión y eficacia en la interpretación de los gestos. En resumen, la solución propuesta por los autores tiene el potencial de mejorar significativamente la calidad de vida de las personas con discapacidades en los movimientos faciales, permitiéndoles interactuar con el mundo digital de una manera más accesible y autónoma. siguiendo las pautas de la Universidad José Antonio Páez para la realización de trabajos de grado, el trabajo de investigación comprende 4 capítulos descritos a continuación:

Capítulo I: En este capítulo se planteará el problema de la investigación, además los objetivos específicos y general así también la justificación y el alcance y límites.

Capítulo II: Marco teórico, para este capítulo se mostrará los antecedentes de investigaciones anteriores que servirán como sustento para la investigación, las bases legales que respaldan la investigación, también la definición de términos básicos.

Capítulo III: Para este capítulo Marco metodológico de la investigación, se expone el tipo y diseño y nivel de la investigación, junto a la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnica de análisis de datos, la validez del instrumento y las fases metodológicas.

Capítulo IV: En este capítulo se describe los resultados obtenidos durante la investigación y desarrollo del software.

Capítulo V: En este capítulo se elabora sobre las conclusiones obtenidas después de haber desarrollado la investigación y el software, así como sus respectivas recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

En la mayoría de los países del mundo se inició en los últimos años una reorientación general tendiente a la actualización pedagógica y tecnológica, respetando la diversidad de cada región en cuanto a los niveles de desarrollo técnico, médico, científico educativo. Según el informe de la O.M.S, el 15 % de la población mundial está afectada por alguna discapacidad física, psíquica o sensorial que dificulta su desarrollo personal y su integración social, educativa o laboral. Tal porcentaje equivale a 900 millones de personas, casi el doble de la población de Latinoamérica con alguna desventaja notoria en comparación con las demás. Existe por lo tanto una creciente preocupación mundial por eliminar hasta donde sea posible dichas desventajas por medio de acciones específicas como la creación de Software para facilitar y recuperar la o las funciones faltantes y facilitar la vida a las personas con discapacidad. (Organización Mundial de la Salud, 2011)

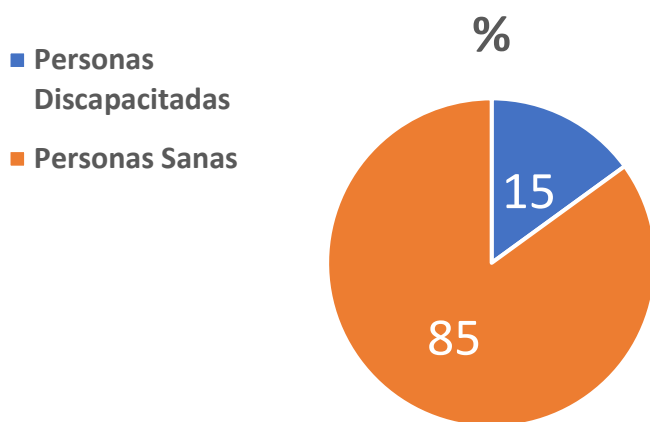


Gráfico 1: Porcentaje de personas discapacitadas el mundo Organización Mundial de la Salud, 2011)

También les facilita el acceso a la información y oportunidades laborales, con discapacidad a través de un software que permita que los usuarios con discapacidad en usar una PC con la cualidad de hacer lo que una persona con todas sus habilidades motoras disponibles hace, en navegar y disfrutar de la tecnología. Los ingenieros informáticos o computacionales pueden

facilitar que todas las personas con discapacidad puedan usar las computadoras con software, lo cual permitirán que todos tengan acceso a esta tecnología por igual. A fin de acceder a una comunicación electrónica, una persona con discapacidad necesita al menos saber leer, una computadora con interface adecuada a su discapacidad y dominar el idioma inglés, en el que aparece el 70 % de los mensajes contenidos en la red. Cualquiera de esos requisitos, y más aún todos a la vez, es de difícil realización en algunos países, al conocimiento y participar en una verdadera globalización de la Tecnología para Discapacitados que signifique compartir y no excluir, es un imperativo estratégico para la supervivencia de las identidades culturales de las personas con discapacidad, de cara al próximo siglo publicado por informes internacionales de la UNESCO (European Commission-1996).

En Venezuela, las personas con discapacidad física, psíquica o sensorial enfrentan diversas barreras que limitan su participación activa en la sociedad, incluyendo el acceso a la tecnología y la informática. Según la OMS, aproximadamente el 15% de la población mundial tiene alguna discapacidad, lo que equivale a casi 4 millones de personas en Venezuela. La falta de acceso a tecnología adaptativa adecuada para sus necesidades específicas, como software de inteligencia artificial que les permita interactuar con las computadoras a través del movimiento facial, limita su desarrollo personal y profesional. (Organización Mundial de la Salud, 2011)

En la programación en computadoras requiere generalmente del uso de pantallas, teclados o ratones para ver el código implementado o para ingresar nuevo código, estos dispositivos a menudo no son adecuados ni cómodos para personas con diversidad funcional. Por ello, en este trabajo se va a realizar el desarrollo del reconocimiento de gestos faciales para el manejo de entorno de desarrollo software en Eclipse que facilita la programación a usuarios con diversidad funcional. Esto se conseguirá mediante la localización de los puntos más significativos de la cara de una persona (puntos en los ojos, cejas, contorno de la mandíbula, nariz, boca, etc.) con el objetivo de, a través del movimiento y las distancias entre estos entrenar modelos correspondientes a cada gesto facial. Estos modelos servirán para posteriormente reconocer qué gesto es el que el usuario está realizando a través de la cámara y de la misma manera, cuál es la funcionalidad de la aplicación que se desea poner en marcha. Con esto se conseguirá el objetivo de que cualquier usuario, sin exclusiones, pueda disfrutar de este gran mundo de la programación sin ningún tipo de dificultad ni inconveniente. (Universidad Politécnica de Valencia, 2021)

Lo que se busca con este proyecto es dar el apoyo o brindar la posibilidad de utilizar la computadora a una persona que no tuviese la capacidad de usar o manejar sus extremidades superiores. Convencionalmente, una computadora se utiliza con las manos, presionando teclas, moviendo el mouse, haciendo clic. Una persona que no cuenta con movilidad en las manos no tiene estas capacidades. La tecnología adaptativa puede llegar a reducir el impacto de la discapacidad y satisfacer el derecho de la calidad de vida de las personas con necesidades especiales y asimismo llegar a influenciar la economía de Latinoamérica, ya que un importante número de personas con discapacidad podrían comenzar a resurgir como ejecutivos de sus propias empresas por medio del Teletrabajo.

1.2 Formulación del Problema

De acuerdo a lo planteado se formula la interrogante:

¿De qué forma las personas con discapacidad motora pueden controlar el PC?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un software de control de PC a través de gestos faciales y kinésicos para las personas con discapacidad motora, basada en inteligencia artificial.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la forma de cómo captar los gestos faciales y movimientos de la mano.
- Especificar los requerimientos funcionales y no funcionales del software.
- Diseñar un software de inteligencia artificial con la metodología XP.
- Construir el software con el programa Python junto a las librerías de inteligencia artificial.
- Realización de pruebas de calidad del software bajo modelos de caja negra y caja blanca.

1.4 Justificación de la Investigación

Un software que sea capaz de manipular los componentes básicos de la computadora a través de gestos faciales y kinésicos sería una herramienta útil y necesaria para ese porcentaje de la población que padece de alguna discapacidad de sus extremidades superiores, lo cual genera que no pueda adaptarse a las nuevas tendencias tecnológicas por su incapacidad de manipularlas. La implementación de dicho software permitiría a esa población poder desarrollarse de forma personal y laboral, haciendo que estos individuos se integren a la sociedad actual de forma natural con el fin de eliminar lo más posible la brecha social que existe entre las personas óptimas para cualquier cargo y las personas discapacitadas.

Finalmente, este software al estar implementando el reconocimiento facial como parte del trabajo, este fomentará el uso, practica y desarrollo de nuevas tecnológicas innovadoras para enriquecer las mentes de los estudiantes, en la documentación y antecedentes para próximos trabajos de grado y en el crecimiento de los futuros profesionales del instituto, por lo que es de suma relevancia para la institución este proyecto.

1.5 Alcance y Limitaciones

La finalidad de esta investigación es desarrollar un software que sea capaz de manipular una computadora a través de los gestos faciales y kinésicos a partir de un entrenamiento previo de una serie de imágenes para la correcta detección del mismo con el fin de ayudar a las personas con alguna discapacidad física que no les permita interactuar directamente con la computadora.

El software al tener que pasar por un entrenamiento basado en imágenes que se usarán de referencia para el correcto funcionamiento de la captura de movimiento del usuario, este demandará una gran cantidad considerable de tiempo en aprender de dichas imágenes, ya que el entrenamiento requiere de una gran capacidad de cómputos para una buena detección de rostro y manos de forma eficiente, por lo que el estudio estará limitado por factores de tiempo en conjunto con el entrenamiento basado en imágenes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En el marco teórico se encuentra el sustento de la propuesta de desarrollo, está compuesto por referencias de apoyo para poder plantear la investigación de manera adecuada, el autor Arias (2012), define el marco teórico de la siguiente manera: “El marco teórico o marco referencial es el producto de la revisión documental – bibliográfica y consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones que sirven de base a la investigación por realizar.”

2.1 Antecedentes

Es de vital importancia conocer estudios que antecedan a la investigación, como lo expresan Hernández, Fernández y Baptista (2010): “Conocer lo que se ha hecho con respecto a un tema ayuda a: No investigar sobre algún tema que ya se haya estudiado a fondo, a estructurar más formalmente la idea de investigación, ...a Seleccionar la perspectiva principal desde la cual se abordará la idea de investigación.” (p.28)

Rivera y Zambrano (2022). Presentado en la Universidad Politécnica Salesiana en Ecuador, en su trabajo de grado titulado: “**Implementación de Reconocimiento Facial y Visión artificial en Robot Nao con Python y OpenCV**, para optar por el título de Ingeniería Electrónica y Automatización. El auge del problema de la visualización de esquemas faciales, alineados con factores como la iluminación, genera que la tarea de reconocimiento de rostros en el mundo real sea un reto. Actualmente la Universidad Politécnica Salesiana cuenta con el robot humanoide Nao, lo cual representa una ventaja competitiva en términos de innovación. Sin embargo, su utilización no ha sido de gran provecho, considerando que esta herramienta tiene múltiples capacidades en términos de automatización como, por ejemplo: El reconocimiento facial y visión artificial.

Esta investigación tuvo como finalidad la implementación de un reconocimiento facial y visión artificial con el robot Nao mediante Python y Open CV. Una de las principales necesidades que se buscó solucionar con esta investigación fue la de incentivar a los diferentes grupos de interés, especialmente a los estudiantes en formación a fortalecer sus habilidades en cuanto al uso de la Robótica, de manera que se pueda presentar exposiciones, seminarios y casa abierta donde puedan encontrar en la carrera de Electrónica y Automatización su futura profesión y un nicho de aprendizaje con aplicaciones en visión y reconocimiento artificial usando el robot Nao.

En ese sentido, se precisaron diversos métodos de reconocimiento facial, como por ejemplo la red neuronal. En distintas áreas de la cotidianidad humana el uso de la tecnología es inminente, más cuando se le da un enfoque que ayude a reducir los errores y las restricciones que se evidencian en la mano de obra humana. Es así como el uso de la robótica y la inteligencia artificial ha contribuido a descongestionar grandes volúmenes de datos y dar soluciones a problemáticas extensas como, por ejemplo, se podría destacar la lucha contra la pobreza extrema y la contribución a mejorar la calidad de vida en áreas remotas de distintas formas, debido a que ayuda a identificar las causas de la pobreza y a detectar las regiones más necesitadas.

Así mismo, los autores Galindo, Gallardo y Samaniego (2021). En su trabajo de grado que lleva por título “**Reconocimiento facial para la identificación de los alumnos en exámenes finales en la modalidad presencial de la Universidad Continental – Huancayo**”, para optar por el título Profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática, tuvo como objetivo desarrollar un sistema de escritorio mediante la metodología Kanban para el reconocimiento facial y la identificación de los alumnos en exámenes finales en la modalidad presencial de la Universidad Continental en la ciudad de Huancayo.

La metodología que se usó para el desarrollo de este sistema fue la Kanban, junto a la herramienta de gestión Trello, la cual ayudó a tener un mejor control de las actividades que se desarrollaron. Para la recolección de datos se utilizó la encuesta tanto a estudiantes como docentes. Luego de la respectiva construcción del modelo de reconocimiento facial, se hizo la ejecución de pruebas con una muestra de 5 estudiantes cada uno con 50 fotografías, se capturaron rostros objetivos en diferentes escenarios como: sin mascarilla-sin lentes, con mascarilla- sin lentes, sin mascarilla-con lentes, a partir de los cuales se construyó una base de datos de imágenes. Los resultados hallados en la evaluación del modelo del reconocimiento facial por medio de la matriz de confusión es el 93 % ante la probabilidad de similitud. Finalmente, se concluye que el sistema de reconocimiento facial fue favorable para reducir la suplantación de identidad en los exámenes.

Así mismo Los ingenieros informáticos Pérez y Fumero (2021) presentaron una investigación llamada como título: “**Software Para Ayudar A Las Personas Con Discapacidad Motora A Usar Una Computadora A Través De Gestos Faciales, FacePointer**”, un proyecto venezolano que ayuda a las personas con discapacidad a acceder a la tecnología usada normalmente por el mundo en general, con este proyecto se propusieron en crear una herramienta capaz de disminuir la brecha en el acceso a la tecnología. Así surgió UCAB FacePointer, un

software que ayuda a las personas con discapacidad física a hacer uso de aparatos electrónicos con sus gestos faciales. Se trata de una iniciativa que se gestó en la escuela de Ingeniería Informática en la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) en abril de 2021. Empezó como un proyecto de tesis de grado de Pérez y Fumero, pero tomó mayor impulso en noviembre de 2022, cuando lograron la tercera posición en el Concurso Nacional de Trabajos Especiales de Grado de la Sociedad Venezolana de Computación.

Teniendo como objetivo que las personas con discapacidad puedan hacer con estos equipos lo que una persona sin discapacidad puede hacer. Están hechos para que solo puedan ser usados con personas que pueden mover sus manos. Las personas que no cuentan con destrezas pueden ser excluidas de estos beneficios. Lo que dio como resultado que hiciera es acumular una cantidad de detecciones para determinados gestos. Es decir, si una persona parpadea, como se capturan imágenes tan rápido, se registra que se cerró el ojo, pero lo que hacemos es capturar una determinada cantidad de ojos cerrados para saber que se quiere hacer una acción de clic pasa igual con la boca.

También el autor González (2020) Presentado en la Universidad Carlos III de Madrid, en su trabajo de grado titulado: **“Sistema de Reconocimiento Facial con Deep Learning”**, para optar por el título de Ingeniería Informática. En este caso, este proyecto se centró en el área del reconocimiento facial para evaluar las capacidades del machine Learning en este ámbito. Concretamente, este sistema usará Redes de Neuronas Convolucionales (CNN, por sus siglas en inglés) con el objetivo recibir como entrada fotografías de caras y predecir la edad aproximada que pueden tener esas personas, por grupos de edad. El diseño que se aplicó en esta tesis fue el lenguaje de programación de la actualidad Python, se trata de uno de los lenguajes más populares del mundo y con una de las comunidades más grandes a nivel mundial. Las técnicas ejecutadas en este proyecto fueron Muestras Biológicas, Encuestas, Observaciones, Pruebas y Resultados.

Por último, Ferrín y Mosquera de la Cruz José (2020). Presentado en la Universidad Católica Lumen Gentium en México. En su trabajo de grado titulado: **“Interfaz Humano-Computador Para Personas Con Limitación Motriz De Miembros Superiores Basada En Gestos Faciales”**, para optar por el título Ingeniería De Sistemas. La problemática que se aborda en este proyecto es la limitación motriz en los miembros superiores de las personas. El objetivo es desarrollar una interfaz humano-computador para personas con limitación motriz en los miembros superiores basada en gestos faciales en mejorar la accesibilidad y la calidad de vida de estas

personas al permitirles interactuar de manera efectiva con dispositivos y sistemas informáticos utilizando solo los gestos faciales como entrada.

El método de estudio que se aplicó básicamente este proyecto se apoyó en trabajos sistemáticos fundamentados en los conocimientos existentes obtenidos por la investigación en interfaces humano-computador y la visión artificial, este se dirigirá a la fabricación de un prototipo software de interfaz humano-computador gestual que buscará mejorar lo actualmente reportado en la literatura científica. La interfaz fue programada totalmente en Python 3.6 utilizando bibliotecas como OpenCV, Mediapipe con licencia MIT para visión por computador y emulación de instrucciones de sistema operativo. Se utilizó pruebas mediante los instrumentos con usuarios usando la Técnica de estadística desarrollada y se evaluó tanto el desempeño computacional como la efectividad en la generación de comando, así como la usabilidad del mismo. Como resultado final fue mejorar la accesibilidad y la calidad de vida de las personas con limitaciones motoras en los miembros superiores al permitirles una interacción más efectiva con la tecnología.

2.2 Teorías Centrales de la Investigación

2.2.1 Teoría de Computación

Una de las teorías centrales de esta investigación es la teoría de la computación, la cual es un conjunto de conocimientos racionales y sistematizados que se centran en el estudio de la abstracción de los procesos con el fin de reproducirlos con ayuda de sistemas formales.

2.2.2 Visión Artificial

Otra de ellas es la visión artificial y es una tecnología que utilizan las máquinas para reconocer automáticamente las imágenes y describirlas de manera precisa y eficiente.

2.2.3 Machine Learning

La última teoría se trata sobre machine Learning, se trata de una ciencia de desarrollo de algoritmos y modelos estadísticos que utilizan los sistemas de computación con el fin de llevar a cabo tareas sin instrucciones explícitas

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Inteligencia Artificial (IA)

La inteligencia artificial (IA) es un concepto que, de acuerdo al enfoque científico que se le dé, puede tener un significado diferente en base a su utilidad. Para McCarthy, J. (1956), responsable de introducir el término inteligencia artificial la definió como “Es la ciencia y la ingeniería de la fabricación de máquinas inteligentes, especialmente programas informáticos

inteligentes.”. Por su parte la Real Academia Española (RAE). (2020) lo define como “una disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico.”

Por otro lado, Bourcier (2003), dice que la inteligencia artificial “es una rama de la informática que intenta reproducir las funciones cognitivas humanas como el razonamiento, la memoria, el juicio o la decisión y, después, confiar una parte de esas facultades, que se consideramos signos de inteligencia, a los ordenadores.” Conservando el enfoque de los autores anteriores, se puede decir que la IA es una disciplina eminentemente tecnológica que persigue la construcción de máquinas y programas capaces de realizar complejas tareas con una habilidad y eficiencia iguales o superiores a las que consigue el ser humano.

2.3.2 Visión Artificial

Cortaval (2016), define que visión artificial:

“Es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar y analizar imágenes del mundo real, con el fin de producir información que pueda ser tratada por una máquina. Los humanos usamos nuestros ojos para comprender el mundo que nos rodea, y la visión artificial trata de producir ese mismo efecto en máquinas. Se puede percibir una imagen o secuencia de imágenes y actuar en una determinada situación. La comprensión en los dispositivos se consigue gracias a una descomposición de la imagen en pequeños fragmentos (píxeles).”

De igual forma, Szeliski (2010) “La visión artificial comprende a un conjunto de técnicas y procesos para la adquisición, procesamiento y análisis de imágenes del mundo real mediante un computador. Su alta complejidad se debe a su naturaleza inversa inherente.” Es decir, que, partiendo de una imagen bidimensional, se pretende reconstruir las características tridimensionales de dicha escena capturada.

2.3.3 Machine Learning

Según Lugo (2020), sostiene que Machine Learning:

“Se refiere a la ciencia que permite que las computadoras aprendan y actúen como lo hacen los humanos, mejorando su aprendizaje a lo largo del tiempo de una forma autónoma, alimentándolas con datos e información en forma de observaciones e interacciones con el mundo real.”

Por otra parte, Hurwitz y Kirsch (2018), define igualmente que “Machine Learning o aprendizaje automático es un área de inteligencia artificial que permite que un sistema aprenda a partir de un conjunto de datos en lugar de a través de ser explícitamente programados.” Esta disciplina del campo de la Inteligencia Artificial funciona a través de algoritmos que dota a los ordenadores la capacidad de identificar patrones en datos masivos y elaborar predicciones (análisis predictivo). Este aprendizaje permite a los computadores realizar tareas específicas de forma autónoma, es decir, sin necesidad de ser programados.

Según Gerón, A. (2019), divide de la siguiente manera los algoritmos de Machine Learning en tres categorías, siendo las dos primeras las más comunes.

- **Aprendizaje supervisado:** estos algoritmos cuentan con un aprendizaje previo basado en un sistema de etiquetas asociadas a unos datos que les permiten tomar decisiones o hacer predicciones.
- **Aprendizaje no supervisado:** estos algoritmos no cuentan con un conocimiento previo. Se enfrentan al caos de datos con el objetivo de encontrar patrones que permitan organizarlos de alguna manera.
- **Aprendizaje por refuerzo:** su objetivo es que un algoritmo aprenda a partir de la propia experiencia. Esto es, que sea capaz de tomar la mejor decisión ante diferentes situaciones de acuerdo a un proceso de prueba y error en el que se recompensan las decisiones correctas.

2.3.4 Python

Según Duran, F. (2018), define Python como:

“Un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un código legible. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico y es multiplataforma, lo que significa que cualquier sistema es compatible con el lenguaje siempre y cuando exista un intérprete programado para él.”

Python al ser un lenguaje capaz de manejar grandes cantidades de datos de cualquier tipo, ser flexible para el usuario centrándose más en resolver un problema de Machine Learning, poseer un código legible y una sintaxis sencilla de entender, lo hace un lenguaje ideal para el desarrollo de software con IA actualmente.

2.3.5 OpenCV

Intel Corporation (2000), creadora del software sostiene que:

“OpenCV Es una librería de computación visual para el procesamiento de imágenes mediante Machine Learning. Esta biblioteca proporciona herramientas para realizar operaciones de procesamiento de imágenes, como el filtrado, la detección de bordes, el reconocimiento de características, el seguimiento de objetos, etc. Estas herramientas nos permiten desarrollar aplicaciones de visión artificial, como el reconocimiento facial, el seguimiento de objetos, etc.”

La Intel Corporation fue la desarrolladora de este software libre de código abierto bajo la licencia BSD para el uso comercial e investigativo, programado por el lenguaje C++ para proporcionar un entorno fácil de utilizar para el usuario. Al haber sido desarrollado por C++, orientado a objeto, se puede usar con C++, pero también es capaz de incluir otros lenguajes para su uso como Python, Java, Matlab Octave y JavaScript

2.3.6 Django

Según, Holovaty (2005), “django es un framework de desarrollo web de código abierto, escrito en Python, que respeta el patrón de diseño conocido como modelo–vista–controlador (MVC).”

2.3.7 Frontend

Según, Ponguta (2019) dice que “front-end es la parte del desarrollo web que se dedica de la parte frontal de un sitio web, en pocas palabras del diseño de un sitio web, desde la estructura del sitio hasta los estilos como colores, fondos, tamaños hasta llegar a las animaciones y efectos.”

2.3.8 Backend

Según, Ponguta (2019) menciona que “ackend es aquel que se encuentra del lado del servidor, es decir, esta persona se encarga de lenguajes como PHP, Python, .Net, Java, etc, es aquel que se encarga de interactuar con bases de datos, verificar manejo de sesiones de usuarios, montar la página en un servidor, y desde éste “servir” todas las vistas que el Front-End crea.”

2.3.9 Metodologías de Desarrollo

Según Quispe y Chicaiza (2007), mencionan que “las metodologías de desarrollo son un conjunto de procedimientos, técnicas y ayudas a la documentación para el desarrollo de productos software, se van indicando paso a paso todas las actividades a realizar para lograr el producto informático.”

2.3.10 Metodología Extreme Programming XP

Según Beck (1999), el creador de la metodología, la programación extrema o eXtreme Programming (XP):

“Es una metodología de desarrollo de la ingeniería de software formulada por Kent Beck, autor del primer libro sobre la materia, *Extreme Programming Explained: Embrace Change* (1999). Es el más destacado de los procesos ágiles de desarrollo de software. Al igual que éstos, la programación extrema se diferencia de las metodologías tradicionales principalmente en que pone más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad”

El mismo Beck (1999) los valores originales de la programación extrema son: simplicidad, comunicación, retroalimentación (feedback) y coraje. Los cuatros valores se detallan a continuación:

- **Simplicidad:** Se debe realizar lo que se necesita y lo que se ha pedido, no más de eso. Es decir, que nuestro objetivo es cubrir el alcance planteado sin necesidad de realizar funciones adicionales que no han sido solicitadas.
- **Comunicación:** Ya que es una metodología que integra todo el equipo de trabajo y debe existir la comunicación personal, para que entre todos obtengan la mejor solución al problema.
- **Retroalimentación:** También conocido como feedback, es donde se busca el compromiso del equipo para que en cada iteración exista la entrega oportuna del software, luego escuchar con mucha atención y realizar los cambios.
- **Coraje:** Se dice la verdad sobre los avances y estimaciones de tiempo, no se exponen excusas porque el objetivo es tener éxito en todo el proceso, y existe la compañía de los demás ya que nadie trabaja solo.

2.4 Bases Legales

Las bases legales de esta investigación se encuentran representadas, en primer lugar, en la **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)**, publicada en la Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860. Donde se destaca el artículo 81 del capítulo V: De los Derechos Sociales y de las Familias y los artículos 108 y 110 del capítulo VI: De los Derechos Culturales y Educativos.

En su **Artículo 81**. Toda persona con discapacidad o necesidades especiales tiene derecho al ejercicio pleno y autónomo de sus capacidades y a su integración familiar y comunitaria. El Estado, con la participación solidaria de las familias y la sociedad, le garantizará el

respeto a su dignidad humana, la equiparación de oportunidades, condiciones laborales satisfactorias, y promoverá su formación, capacitación y acceso al empleo acorde con sus condiciones, de conformidad con la ley. Se les reconoce a las personas sordas o mudas el derecho a expresarse y comunicarse a través de la lengua de señas venezolana.

Artículo 108. Los medios de comunicación social, públicos y privados, deben contribuir a la formación ciudadana. El Estado garantizará servicios públicos de radio, televisión y redes de bibliotecas y de informática, con el fin de permitir el acceso universal a la información. Los centros educativos deben incorporar el conocimiento y aplicación de las nuevas tecnologías, de sus innovaciones, según los requisitos que establezca la ley.

Artículo 110. El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para los mismos. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía.

Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2014), publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N.º 6.151.

Artículo 2. Las actividades científicas, tecnológicas, de innovación y sus aplicaciones son de interés público para el ejercicio de la soberanía nacional en todos los ámbitos de la sociedad y la cultura.

Artículo 21. La autoridad nacional con competencia en materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones creará mecanismos de apoyo, promoción y difusión de invenciones e innovaciones populares, que generen bienestar a la población o logren un impacto económico o social en la Nación.

2.5 Definición de Términos Básicos

AutoPy: Es una librería de automatización GUI multiplataforma simple para Python. Incluye funciones para controlar el teclado y el mouse, buscar colores y mapas de bits en pantalla y mostrar alertas.

Discapacidad: Falta o limitación de alguna facultad física o mental que imposibilita o dificulta el desarrollo normal de la actividad de una persona.

MediaPipe: MediaPipe es una solución que te permiten aplicar soluciones de aprendizaje automático (AA) en tus aplicaciones. Proporcionan un framework para que configurar canalizaciones de procesamiento compiladas previamente que arrojan resultados inmediatos, pertinentes y útiles para los usuarios.

NumPy: Es una librería de Python especializada en el cálculo numérico y el análisis de datos, especialmente para un gran volumen de datos.

Red neuronal artificial: Consiste en un conjunto de unidades, llamadas neuronas artificiales, conectadas entre sí para transmitirse señales.

HTML: Es un lenguaje de marcado que posibilita definir la estructura de nuestro documento mediante etiquetas.

JavaScript: Es un lenguaje de programación o de secuencias de comandos que te permite implementar funciones complejas en páginas web,

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

La metodología es una de las etapas específicas de un trabajo o proyecto que parte de una posición teórica y conduce una selección de técnicas concretas o métodos acerca del procedimiento destinado a la realización de tareas vinculadas a la investigación, el trabajo o el proyecto. Según Arias F. (2006) define al marco metodológico, “es el cómo se realizó el estudio para responder al problema planteado. La metodología de un trabajo especial de grado incluye el tipo o tipos de investigación”, así como las técnicas y los procedimientos serán utilizados para llevar a cabo la investigación.” (p.16)

3.1 Enfoque de la Investigación

El enfoque de esta investigación es de carácter cuantitativo, porque se hizo un uso intensivo de la estadística y métodos matemáticos para diagnóstico y resolución del problema. Según Sampieri R. (2004), el enfoque cuantitativo:

“Se fundamenta en un esquema deductivo y lógico que busca formular preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas. Por otro lado, el enfoque cualitativo se basa en un esquema inductivo y su método de investigación es interpretativo, contextual y etnográfico. Este método captura la experiencia de los individuos y estudia ambientes naturales. Un ejemplo del enfoque cualitativo son las entrevistas y la observación no estructurada.” (p.4)

3.2 Tipo de Investigación

La investigación aplicada fue la modalidad de proyecto especial, ya que por medio de esta se dio solución a los objetivos planteados. Según Palella y Martins (2006), se define la modalidad de proyecto especial como:

“El propósito principal de esta modalidad de investigación es el de planificar un producto aplicable en cualquier área en la cual resulte pertinente. Como recurso pedagógico puede ser presentado como folleto explicativo, guía de estudio, sucesión de diapositivas o transferencia con su guion, videos, módulos instruccionales, entre otros. Se incluyen en esta categoría la elaboración de libros de texto y de materiales de apoyo, el desarrollo de software y de productos tecnológicos en general, así como los de creación iteraría y artística.” (p. 108)

Por lo tanto, este proyecto es sobre la creación de un software de inteligencia artificial a través de personas con discapacidad motora se presenta como un proyecto especial, puesto que propone una solución a los problemas de las personas con discapacidad motora que le imposibilita la usabilidad de una computadora para gestionar sus labores diarias como lo haría una persona normal, donde se evidencia todos sus atributos de facilitar sus vidas en un entorno de modernidad global en el mundo.

Por otra parte, este trabajo de investigación también se presenta como una investigación de campo no experimental. De tal modo, Palella y Martins (2006), “explican que la investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente en la realidad donde ocurren los hechos sin manipular o controlar variables. (p. 97)”

3.3 Diseño de Investigación

Según Palella y Martins, (2006) explican que el diseño de la investigación “se refiere a la estrategia que adopta el investigador para responder el problema, dificultad o inconveniente planteado en el estudio. Para fines didácticos, se clasifican en diseño experimental, diseño no experimental y diseño bibliográfico.” (p.95)

Por lo anteriormente expuesto se determinó que este trabajo de investigación es de diseño no experimental. En este sentido, Palella y Martins, (2006), dicen que este “se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en tiempo determinado o no para luego analizarlos.” (p.98)

De acuerdo al momento en el que se obtienen los datos se ubica este trabajo de investigación en un nivel transversal o transeccional, entendiéndose el mismo según Palella y Martin (2006), como “el nivel de investigación que se ocupa de recolectar datos en un solo momento y en un tiempo único; su finalidad es la de describir las variables y analizar su incidencia e interacción en un momento dado, sin manipularlas.” (p.104)

Y por último este trabajo de investigación es de diseño documental que según Arias (2012) “La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas.” En retrospectiva, la investigación es documental debido a que se va a recopilar datos de fuentes documentales.

3.4 Nivel de Investigación

Según Arias (2012), el nivel de investigación “se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio”. (p. 23) En este caso el nivel de la investigación es de tipo descriptiva, El cual el mismo Arias (2012) define que la investigación descriptiva “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.” (p. 24)

Esta investigación se enmarca en el ámbito descriptivo, debido a que, por medio de una recopilación de información a través de entrevistas personales a los expertos en neurología, se reflejó de forma directa las necesidades que afrontan las personas con discapacidad motora.

3.5 Población y Muestra

La población según Arias (2012) es definida como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (p. 81) Para el desarrollo de esta investigación se tomó como población los softwares de accesibilidad.

Una vez definida anteriormente la población, el mismo Arias (2012) afirma que la muestra “es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p. 83) en retrospectiva, fue tomado como muestra los softwares de accesibilidad controlado por gestos faciales y kinésicos.

3.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.6.1 Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de datos, según Arias (2012) afirma que “se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.” (p. 67). Las técnicas de recolección de datos que se utilizarán en base al diseño y tipo de investigación serán mediante la observación directa y la entrevista. Según Sampieri (2006), la observación directa “consiste en el registro sistemático, valido y confiable de comportamientos o conductas que se manifiestan”. (p. 260). Mediante la observación del investigador se comprenderá la situación de una forma más comprensiva, aportándole al investigador un mejor enfoque sobre la investigación.

Por último, la entrevista según Arias (2012) “es una técnica basada en un diálogo o conversación “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente

determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida.” (p. 73), de esta forma, la recolección de la información fue de una manera más precisa y directa al punto.

3.6.2 Instrumentos de Recolección de Datos

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, los mismos son definidos por Arias (2012) “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p. 68). Como instrumento de recolección de datos, se empleó una lista de cotejo en donde el mismo Arias (2012), expresa que “la lista de cotejo o chequeo, es un instrumento en el que se indica la presencia o ausencia de un aspecto o conducta a ser observada. (p. 70). Por lo expresado anteriormente, se plasmó las necesidades observadas que sufren las personas d y en base a esa información recopilada en la lista, se obtuvo los requerimientos necesarios para desarrollar el software Face Movement.

Por último, se tomó como instrumento una entrevista estructurada, el cual Arias (2012) “Es la que se realiza a partir de una guía prediseñada que contiene las preguntas que serán formuladas al entrevistado. En este caso, la misma guía de entrevista puede servir como instrumento para registrar las respuestas.” (p. 73), por lo expresado anteriormente, se usó un guion de entrevista en el cual estuvo conformado por 5 preguntas abiertas que fue aplicado a los expertos en neurología. (Ver Apéndice A)

3.7 Técnicas de Análisis de Resultados

Según Palella y Martins (2006), las técnicas de análisis de datos son:

“La interpretación de los datos recolectados trata de dar sentido, ofrecer explicación a los logros obtenidos, teniendo en cuenta el marco teórico y los objetivos fijados. En este apartado el autor, con su experiencia y conocimiento. Analiza los hallazgos y compara los datos de otros autores, si es posible.” (p. 135)

Para este caso, la información recopilada mediante la observación a las personas con discapacidad motora, apoyado con la entrevista que se le realizo a los neurólogos expertos, fueron de utilidad para determinar los requerimientos funcionales y no funcionales del software Face Movement.

Para el guion de entrevista se hará uso del análisis FODA como técnica de análisis de datos. Según Stacey (1993) el análisis FODA “es una lista de las fortalezas y debilidades de una organización analizando sus recursos y capacidades, así como una lista de las amenazas y

oportunidades que se identifica con el análisis de su entorno.” Con al análisis FODA se determinará los elementos importantes que viven los discapacitados con su situación actual.

3.8 Validación del Instrumento

Para que un instrumento de recolección de datos pueda ser aplicado, es necesario que sea validado previamente, Por ende, Arias (2012), afirma que la validación de los instrumentos:

“En este caso, lo fundamental es comprobar si el instrumento mide lo que se pretende medir, además de cotejar su pertinencia o correspondencia con los objetivos específicos y variables de la investigación. Esta operación puede ser realizada a través del juicio de expertos.”⁵ (p. 135)

Para lograr conseguir la validación del instrumento de recolección de datos, este debe solicitar una opinión de tres profesionales en el área de computación, los cuales deben contar con conocimientos previos respecto a una entrevista, con la finalidad de validar el instrumento. (Ver Apéndice B)

3.9 Fases Metodológicas

En el desarrollo del software Face Movement, se aplicó la metodología de desarrollo XP (Extreme Programming), la cual que fue definida detalladamente con anterioridad por su creador original en el marco teórico. Se tomaron en cuenta los objetivos específicos, determinando sus alcances y lo que deseaba obtener con dichos objetivos. A continuación, las fases en las que fue dividido el proyecto:

Fase I: Diagnosticar la forma de cómo captar los gestos faciales y movimientos de la mano.

En esta primera fase, para poder saber cómo se va a captar los gestos faciales y el movimiento de la mano, se debe recurrir a la herramienta de recolección de datos mediante la utilización del guion de entrevista de manera estructurada como instrumento.

Fase II: Especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales del software.

Durante esta fase se debe tener claro las características que debe llevar dicho software y hasta dónde puede llegar, también se determinara los requerimientos funcionales los cuales están relacionado con la función que hará dicho software. Así se describirán los requerimientos no funcionales, los cuales no están directamente relacionado con en si al software, pero es parte esencial para el funcionamiento del mismo.

Fase III: Diseño de un software de inteligencia artificial con la metodología XP

En esta fase, después de haber obtenido la información requerida a través de las pasadas fases, se va determinar el diseño e interfaz que llevara el software y sus funcionalidades que debe cumplir, buscando ser lo más sencillo posible ya que la metodología XP se fundamenta en base a sus principios impuestos, ya que, al ser una metodología ágil, busca la colaboración, entregas frecuentes y capacidad para adaptarse a los cambios.

Fase IV: Construcción del Software con el programa Python junto a las librerías de inteligencia artificial.

En esta fase, se procedió a codificar el software utilizando el lenguaje de programación Python y junto a sus paquetes de librerías para trabajar con inteligencia artificial, tomando en cuenta los requerimientos funcionales y no funcionales del mismo.

Fase V: Realización de pruebas de calidad del software bajo modelos de caja negra y caja blanca.

En esta fase se realizaron las pruebas pertinentes de caja blanca y caja negra hasta que se llegó a una versión estable y funcional del software.

3.10 Cuadro de Operacionalización de Variables

Objetivo General: Desarrollar un Software de Control de PC a Través de Gestos Faciales y Kinésicos para Personas con Discapacidad Motora, Basada en Inteligencia Artificial.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	FUENTE DE INFORMACIÓN
Diagnosticar la forma de como captar los gestos faciales y movimientos de la mano.	Impacto de la discapacidad en sus vidas diarias	Experiencias laborales	Experiencias en el entorno de trabajo	1,2	Entrevista (Guion de Entrevista)
			Uso de la tecnología en el ambiente laboral	3,4 y 5	
		Interacciones personales	Calidad de las relaciones personales	3,4 y 5	

Fuente: Rodríguez y Arteaga (2023)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se estarán presentando los resultados de las técnicas e instrumentos de recolección de datos explicadas anteriormente en el marco metodológico. Igualmente, se estarán explicando a detalle cada una de las fases planteadas en el desarrollo de este software. Se realizó una entrevista estructurada a una serie de expertos en el área de neurología con el fin de obtener las necesidades más comunes que suelen tener los pacientes con discapacidad motora.

4.1 Fase I: Diagnosticar la forma de cómo captar los gestos faciales y movimientos de la mano.

En esta fase se enfocó en la planificación del software, de acuerdo con la información proporcionada por los expertos en medicina en el área de neurología. La cual se logró a través de la técnica de la observación directa y la entrevista estructurada. Con la información obtenida de los neurólogos se logró precisar los requisitos necesarios para la construcción del software. Como instrumento de recolección de datos se aplicó una entrevista estructurada que contó con 5 preguntas en total para determinar las necesidades que enfrenta un paciente que posea alguna discapacidad motora desde el punto de vista de un neurólogo.

A continuación, se presenta los resultados de las preguntas realizadas:

Tabla 1. Respuesta a la pregunta 1 de la Entrevista

Médico	1. ¿Qué desafíos enfrenta en términos de movilidad las personas discapacitadas en el uso de sistemas informáticos?
1	Existen una serie de enfermedades inmunológicas que hasta hoy no tienen cura debido a que ya vienen programadas en el código genético. Tales como la Artritis Reumatoide Deformante, El mieloma múltiple, Esclerosis Múltiple, Esclerosis lateral amiotrófica. Existe una rama novedosa de la medicina conocida como la Biotecnología en las cuales se usan modelos computarizados para estudiar el genoma humano ver el defecto en la secuencia de aminoácidos que determinan estas enfermedades este conocimiento puede llevarnos a la corrección de las secuencias defectuosas en los modelos y luego aplicarlos sobre estas enfermedades discapacitantes llegando a la curación de las mismas.

2	Las personas tienen que tener una ergonomía a la altura del tablero, alguna discapacidad de un paciente que no tenga una simetría en miembros debe tener una adaptación en base a sus necesidades ergonómicas.
3	Uno de los retos que debe superar es la fatiga muscular al estar expuesto mucho tiempo sentado frente al computador sobre todo en miembros superiores, la flexión y extensión recurrente continua de los brazos afecta a los hombros, codo y muñeca. Otras lesiones que pueden surgir son la del manguito rotador, lesiones de epicondilitis y el síndrome del túnel carpiano, estos están relacionados a problemas de neuropraxia o de nervios y musculo esquelético.

Fuente: Arteaga y Rodríguez (2024)

Breve Análisis: Con esta pregunta, se puede determinar que existen una serie de enfermedades de nacimiento que influyen en la manipulación de sistemas informáticos a las personas con discapacidad, incluso haciendo que de esas enfermedades puedan surgir lesiones corporales que afecten más el control del computador.

Tabla 2. Respuesta a la pregunta 2 de la Entrevista

Médico	2. ¿Qué recursos o herramientas puede utilizar una persona con discapacidad para facilitar el uso de sistemas de informáticos?
1	Actualmente se han elaborado chips colocados a nivel cerebral para corregir enfermedades como el Parkinson que anteriormente eran incurables.
2	Un ejemplo de alguna herramienta es en la cual un usuario dicta vía un micrófono a la computadora, esta lo traduce a texto o escritura. Los pacientes con cierta limitación o discapacidad manual son capaces de dictar por voz lo que desean escribir.
3	Para mejorar el confort al estar al frente de la computadora, están las sillas sobre ruedas, sillas de ruedas con adaptadores con asiento adecuados con almohadillas confortables, sillas de ruedas con motor para que no tenga que empujarse con los pies ni moverse con los brazos para avanzar, andaderas, audífonos, muletas, prótesis y dispositivos ortopédicos como uso de una almohadilla adecuada, protector de hombros, codo y muñeca cuando van a estar expuesto ante un computador.

Fuente: Arteaga y Rodríguez (2024)

Breve Análisis: Con estas respuestas podemos acordar que en el sector dedicado a las personas discapacitadas existen varias herramientas que son capaces de facilitar y ayudar en el uso de sistemas informáticos, influyendo de manera que estas personas sean capaces de utilizar sus computadoras de forma normal y corriente como un ser humano promedio. Enfatizando que la tecnología es para todo el mundo sin excepciones y la importancia que se le da a estas personas con el fin de ayudarlos lo mejor posibles para que estos puedan integrarse social y profesionalmente.

Tabla 3. Respuesta a la pregunta 3 de la Entrevista

Médico	3. ¿Cómo pueden las tecnologías de ayuda asistir el desarrollo de habilidades motoras en personas con discapacidades?
1	En el caso de amputación de miembros es muy conocido el uso de prótesis de mano manejado cibernética mente por la acción de nervios y músculos transmitiendo una señal al sistema computarizados de circuitos en cada dedo disminuyendo la discapacidad por amputación.
2	Puede servir para desarrollar programas de fisioterapias en línea con el fin de mejorar la parálisis parcial de los pacientes con ACV para evitar la atrofia muscular.
3	Las tecnologías de asistencia pueden ayudar a las personas con discapacidades a mejorar sus habilidades motoras y su movilidad para que puedan tener mayor movilidad y menos dificultad para tener acceso al dispositivo.

Fuente: Arteaga y Rodríguez (2024)

Breve Análisis: Estas respuestas muestran que, si existen razones para que las tecnologías de asistencia no solamente faciliten la vida a los discapacitados, sino también a ayudarlos a mejorar en sus tareas del día a día, haciendo que estos puedan tener accesos con poca dificultad a las tecnologías actuales, pudiendo desarrollar sus habilidades motoras evitando atrofias, dolores y lesiones musculares que le imposibiliten hacer uso doméstico de sus computadoras.

Tabla 4. Respuesta a la pregunta 4 de la Entrevista

Medico	4. ¿Qué mejoras le gustaría tener en términos de accesibilidad tecnológica a las personas discapacitadas en el uso de sistemas informáticos?
1	Las mejoras comienzan con el conocimiento, lo primero es incentivar el estudio de la Biotecnología como herramienta de trabajo en la recuperación de una población que ha sido afectada por accidente de tránsito primera causa de morbimortalidad en nuestra población joven menor de 30 años, accidente de trabajo cuyas prótesis fijas no son capaces de regresar al trabajador al mercado laboral. Debería impartirse esta cátedra con carácter obligatorio en las escuelas de medicina y fisioterapia. Por supuesto intercambio tecnológico con países desarrollados en cuanto al parque tecnológico propiamente dicho e intercambio de experiencia en este campo. Implementar políticas que brinden acceso a la población general de disfrutar de estos avances.
2	Tener acceso a internet y software libre para adquirir mayor información con el fin de incrementar los conocimientos en áreas que desee desarrollarse como ser humano con discapacidad
3	Algunas mejoras deseables en términos de accesibilidad tecnológica podrían incluir el desarrollo de más tecnologías de asistencia asequibles, la mejora de la accesibilidad de los sitios web y las aplicaciones, y la promoción de la inclusión digital para las personas con discapacidades.

Fuente: Arteaga y Rodríguez (2024)

Breve Análisis: Las respuestas de esta pregunta sugiere que el sector de desarrollo de nuevas tecnologías también se enfoque en desarrollar herramientas asequibles para mejorar la accesibilidad en los sistemas informáticos con el fin de que las personas con discapacidad sean capaces de poder acceder a esa información con menor dificultad y que con ello puedan adquirir conocimientos sobre diferentes áreas laborales y sociales.

Tabla 5. Respuesta a la pregunta 5 de la Entrevista

Medico	5. ¿Cómo beneficiaría un software de inteligencia artificial para ayudar con la movilidad a las personas con discapacidad?
1	Actualmente los softwares de inteligencia artificial aportan una disminución de tiempo y dinero en la investigación de las enfermedades incapacitantes y eso los lleva a una mayor eficacia y mayor rentabilidad. Eliminando definitivamente el viejo metido de error y acierto.
2	Podría arreglar posibles problemas y sus respectivas soluciones a una mejor ergonomía y ayudando a la adaptación según la discapacidad, un ejemplo sería la adaptación de una prótesis de una pierna para logara obtener una armonía y equilibrio en los respectivos movimientos.
3	La inteligencia artificial puede beneficiar a las personas con discapacidad de muchas maneras. Por ejemplo, los robots pueden programarse para facilitar el acceso a la información y la comunicación, mejorar la accesibilidad de los entornos, la asistencia personal y gestionar los servicios de salud y rehabilitación.

Fuente: Arteaga y Rodríguez (2024)

Breve Análisis: En estas respuestas se representan una serie de beneficios el hecho de la implementación de un software de inteligencia artificial para el mundo de la medicina enfocada la trato en los pacientes con discapacidad. A este porcentaje de la población les ayudaría a combatir con sus dificultades y retos que enfrentan a diario con la finalidad de que logren tener acceso a sus dispositivos y que puedan tener mejores oportunidades sociales y laborales, destacando más el ámbito laboral, el cual hay mayor dificultad al momento de conseguir empleo.

4.2 Fase II: Especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales del software.

4.2.1. Requerimientos funcionales:

- Garantizar una detección facial y kinésica exacta.
- El movimiento del cursor debe tener una velocidad adaptable.

4.2.2. Requerimientos no Funcionales:

- El software debe hacer que el usuario que lo use se tenga que mover lo menos posible.
- La interfaz del software debe ser sencilla de comprender.
- Usabilidad, la interfaz debe ser intuitiva y agradable a la vista.

- La paleta debe ser en tonos neutros.

4.3 Fase III: Diseño de un software de inteligencia artificial con la metodología XP

Siguiendo la metodología XP, dentro de la fase de diseño se realizan distintos prototipos simples, de entre ellos se selecciona el más eficiente en cuanto consumir el menor tiempo y esfuerzo posible a la hora de ser usado, asegurándose, además, de su fácil entendimiento para el usuario destino.

4.3.1. Modelo del MediaPipe Face Landmarker

El modelo de MediaPipe Face Landmarker les permite a los usuarios detectar puntos de referencia y expresiones faciales en imágenes, videos y transmisión en tiempo real. Pueden utilizar esta tarea para identificar expresiones faciales humanas, aplicar filtros y efectos faciales y crear avatares virtuales. Este utiliza el modelo de aprendizaje automático (ML) que pueden funcionar con imágenes únicas o un flujo continuo de imágenes, la cual generan puntos de referencia faciales tridimensionales, puntuaciones de formas combinadas para inferir superficies faciales detalladas en tiempo real y matrices de transformación para realizar las transformaciones necesarias para la representación de efectos. En base al entrenamiento previo de imágenes introducidas a MediaPipe Face Landmarker, este método de reconocimiento facial, predice de forma más exacta las expresiones del usuario presente, registra un total de 68 puntos faciales de los cuales se pueden acceder a dichos puntos y generara salidas como los cuadros delimitadores para las caras detectadas, las malla faciales completa para cada rostro, puntuaciones de forma de mezcla que denotan las expresiones faciales y por último, coordenadas de puntos de referencia faciales. (Ver figura 1)

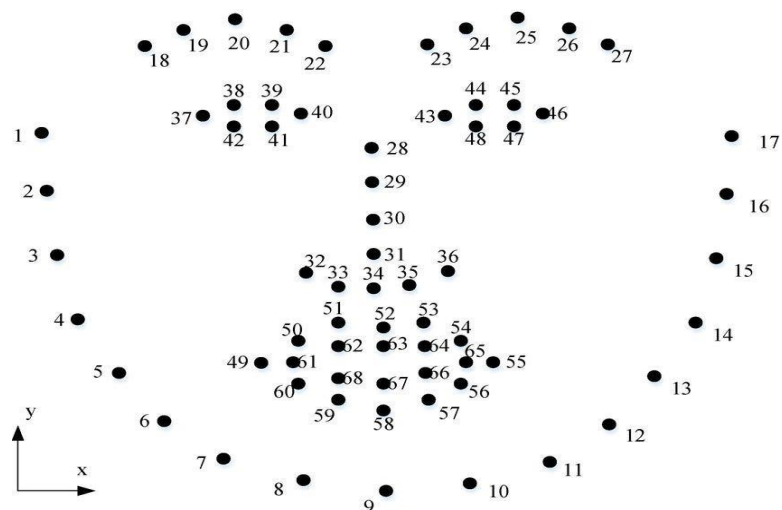


Figura 1. Puntos de referencia de Mediapipe Face Landmark. **Fuente:** Google For Developers (2021)

4.3.2. Modelo del MediaPipe Hands Landmarker

La tarea MediaPipe Hand Landmarker le permite detectar los puntos de referencia de las manos en una imagen. Puede utilizar esta tarea para localizar puntos clave de las manos y representar efectos visuales en ellos. Esta tarea opera con datos de imágenes con un modelo de aprendizaje automático (ML) como datos estáticos o un flujo continuo y genera puntos de referencia de las manos en coordenadas de imagen, puntos de referencia de las manos en coordenadas mundiales y la lateralidad (mano izquierda/derecha) de múltiples manos detectadas.

El paquete de modelos de puntos de referencia de la mano detecta la localización del punto clave de 21 coordenadas de los nudillos de la mano dentro de las regiones de la mano detectadas. El modelo está entrenado con aproximadamente 30.000 imágenes del mundo real, así como con varios modelos de manos sintéticos renderizados impuestos sobre diversos fondos. (Ver figura 2)

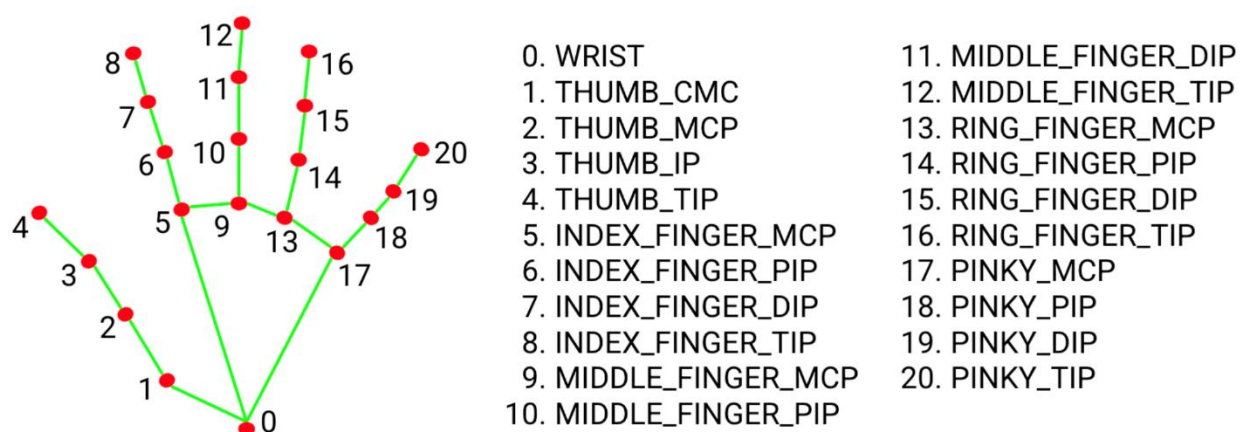


Figura 2. Puntos de referencia de Mediapipe Hands Landmark. **Fuente:** Google For Developers (2021)

4.3.3. Diagrama de caso de uso del rostro

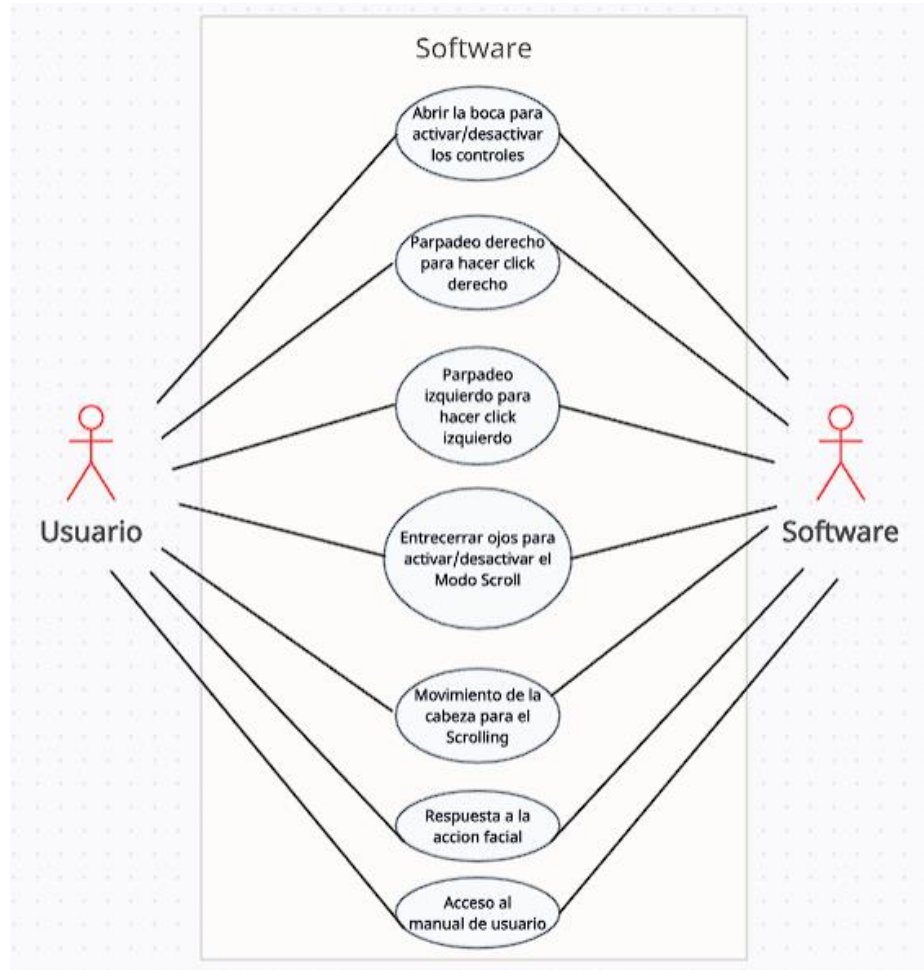


Figura 3. Diagrama de caso de uso del rostro. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

4.3.4. Arquitectura del software facial

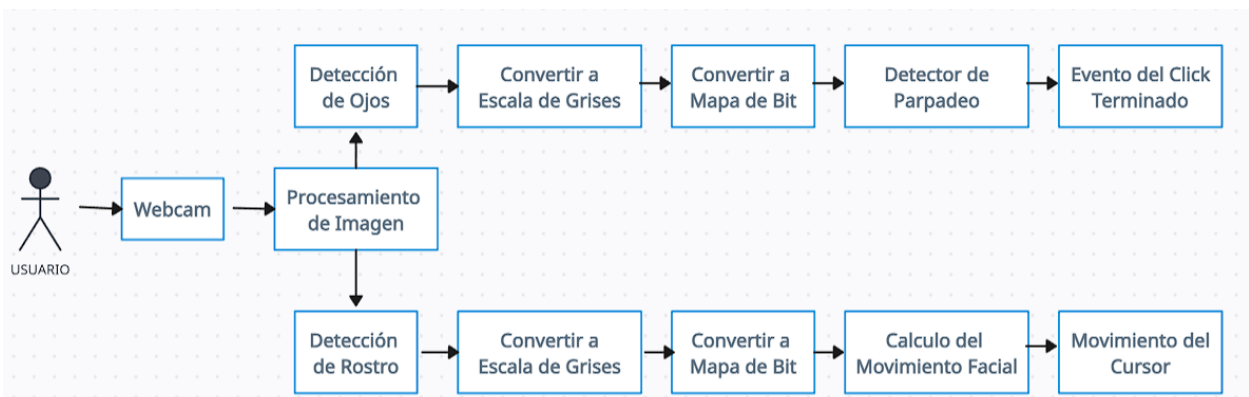
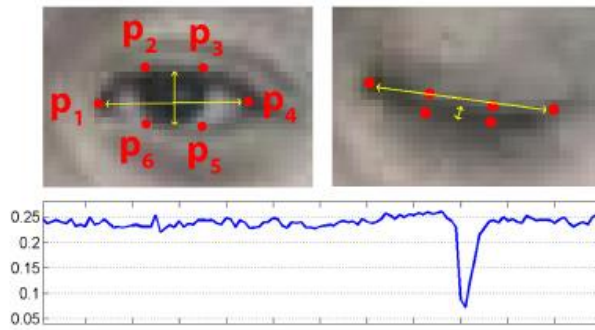


Figura 4. Arquitectura del software facial. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

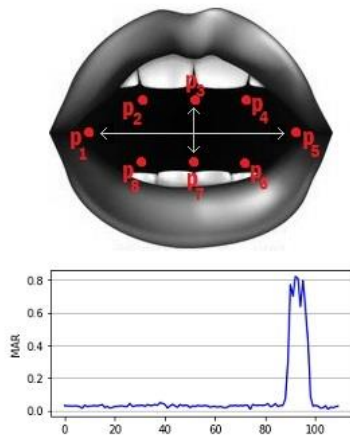
4.3.5. Fórmula matemática para el parpadeo



$$EAR = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2\|p_1 - p_4\|},$$

Figura 5. Fórmula del parpadeo. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

4.3.6. Fórmula matemática para la apertura de la boca



$$MAR = \frac{\|p_2 - p_8\| + \|p_3 - p_7\| + \|p_4 - p_6\|}{2\|p_1 - p_5\|}$$

Figura 6. Fórmula de la apertura de la boca. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

4.3.7. Funciones del software del rostro





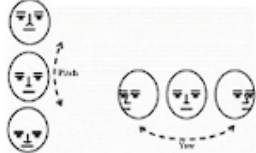
Acción	Función
 <p>Abriendo la Boca</p>	<p>Activar/Desactivar Mouse</p>
 <p>Parpadeo Derecho</p>	<p>Click Derecho</p>
 <p>Parpadeo Izquierdo</p>	<p>Click Izquierdo</p>
 <p>Entrecerrar Ojos</p>	<p>Activar/Desactivar Modo Scroll</p>
 <p>Movimiento de la Cabeza (Vertical y Horizontal)</p>	<p>Scrolling/ Movimiento del Cursor</p>

Figura 7. Acciones del software mediante el rostro. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

4.3.8. Diagrama de caso de uso de la mano

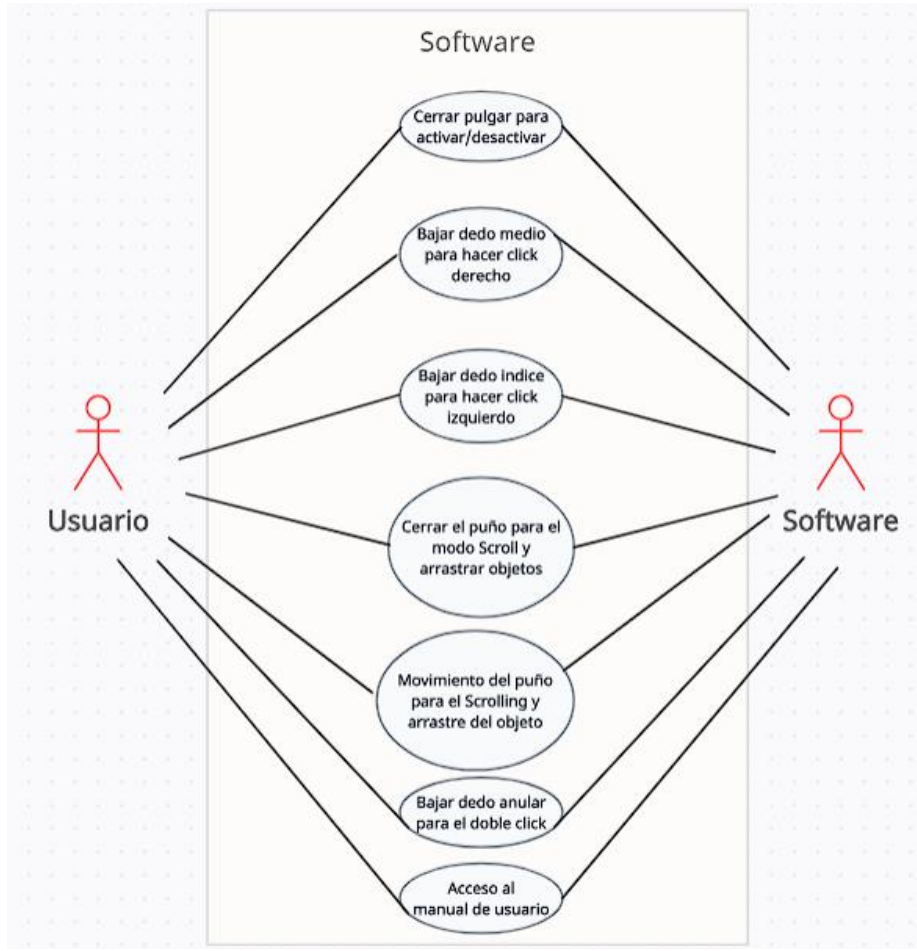


Figura 8. Diagrama de caso de uso de la mano **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

4.3.9. Arquitectura de la mano

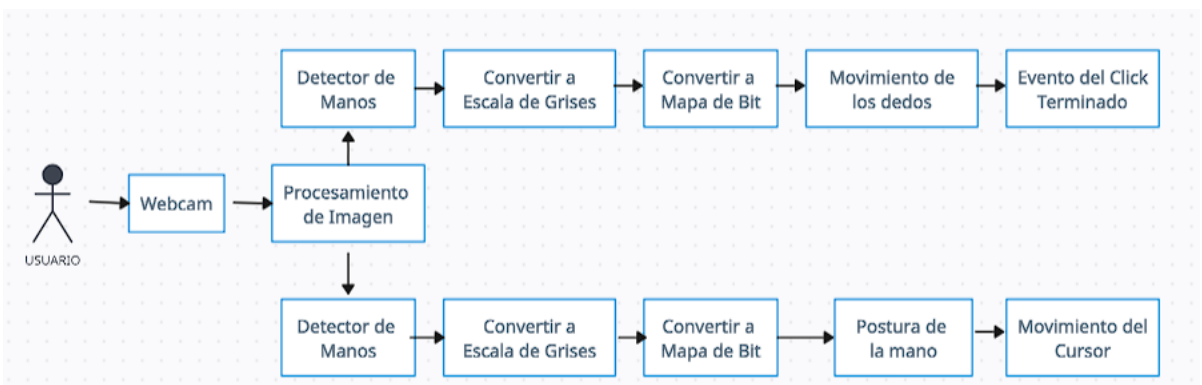
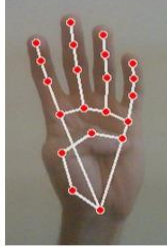


Figura 9. Arquitectura el software mediante la mano. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

4.3.10. Posturas de la mano

- **Cursor helada** : Cierra el pulgar y levanta todos los demás dedos juntos congele el cursor y evitar que se mueva.



- **Arrastre y suelta**: Cierra la mano en un puño y muéteda para arrastrar y soltar objetos.

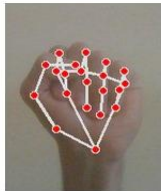
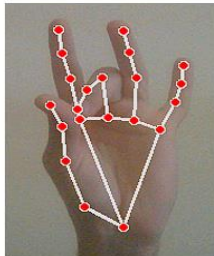


Figura 10. Posturas de la mano I. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

- **Click derecho**: Baja el dedo medio mientras mantienes los otros dedos levantados.



- **Click izquierdo**: Baja el dedo índice mientras mantiene los otros dedos levantados.

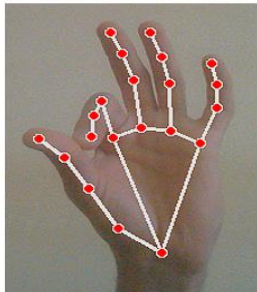


Figura 11. Posturas de la mano II. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

Doble click en: Baja tu pulgar y dedo anular mientras mantiene los otros dedos Abiertos.

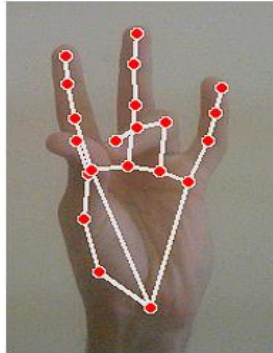


Figura 12. Posturas de la mano III. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

4.4 Fase IV: Construcción del Software con el programa Python junto a las librerías de inteligencia artificial.

4.3.1 Actividad 1: Diseño de la interfaz.

Para el diseño de la interfaz en base a la metodología XP, se centró como prioridad en ser lo más directa y sencilla posible para el manejo de los usuarios. Adicionalmente se mantuvo una paleta de colores neutros para la interfaz que tomaran de base el color gris (ver figura 14). A continuación, se presenta un esquema básico del diseño de la interfaz (ver figura 13)

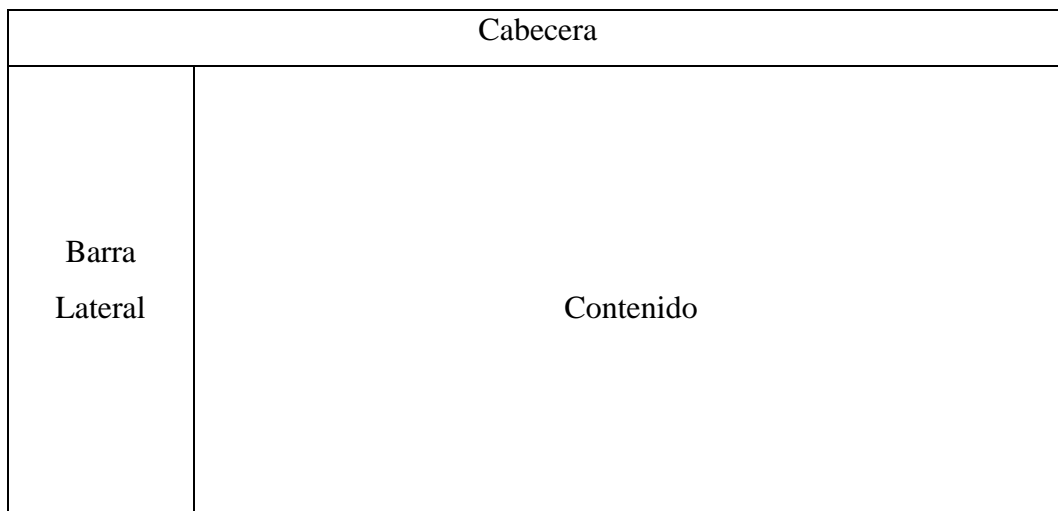


Figura 13. Esquema básico del diseño de interfaz. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

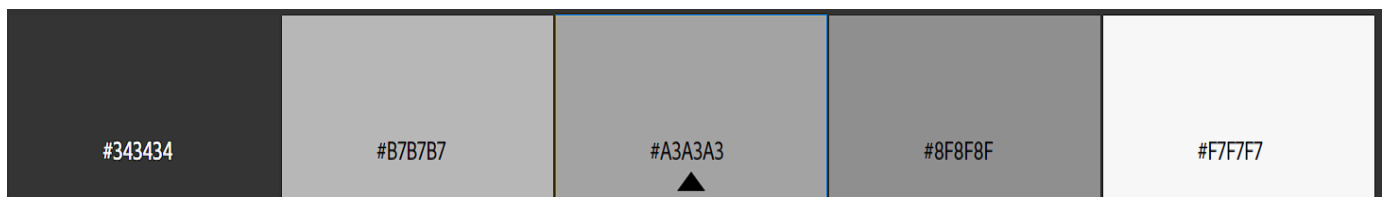


Figura 14. Paleta de colores. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

4.3.2. Herramientas empleadas en la construcción del software

Para la el desarrollo de este software se llevó a cabo las siguientes herramientas.

- Python: Lenguaje de programación líder en el campo de la inteligencia artificial.
- OpenCV: Librería de código abierto de visión computarizada.
- Imutils: librería que posee un conjunto de funciones que sirven para el procesamiento de imágenes.
- Dlib: Librería/biblioteca creada en C++ que contiene algoritmos de Machine Learning y de visión por computador
- Mediapipe: Framework multiplataforma que aplica Machine Learning para diversas tareas tales como: face detection, face mesh, object detection, hands detection, etc.
- PyAutoGUI: Librería de Python que nos permite controlar o automatizar tareas como controlar el mouse y teclado en el sistema operativo
- Django: Es un framework de desarrollo para Python que se emplea para la creación de páginas web.
- HTML: Es un lenguaje de marcado que posibilita definir la estructura de nuestro documento mediante etiquetas
- JavaScript: Es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y orientado a objetos, utilizado principalmente en el desarrollo web

Captura de pantalla de la interfaz gráfica



Figura 15. Interfaz gráfica del software de los gestos faciales. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)



Figura 16. Interfaz gráfica del software con sidebar desplegable. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)



Figura 17. Interfaz gráfica con pantalla de carga. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

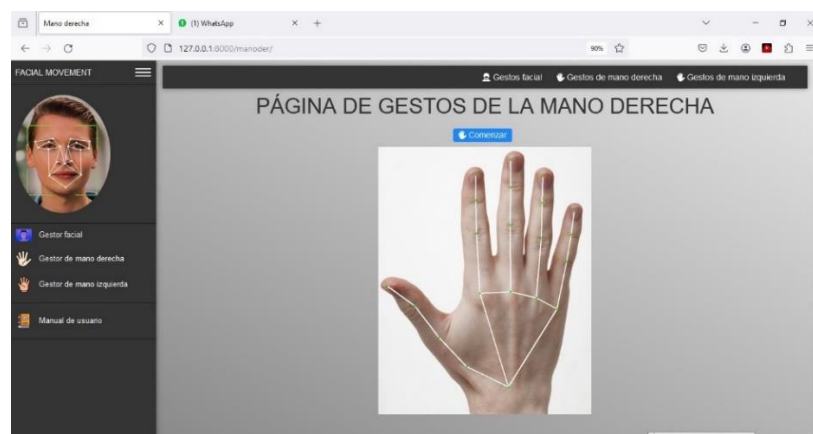


Figura 18. Interfaz gráfica del software de la mano derecha. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

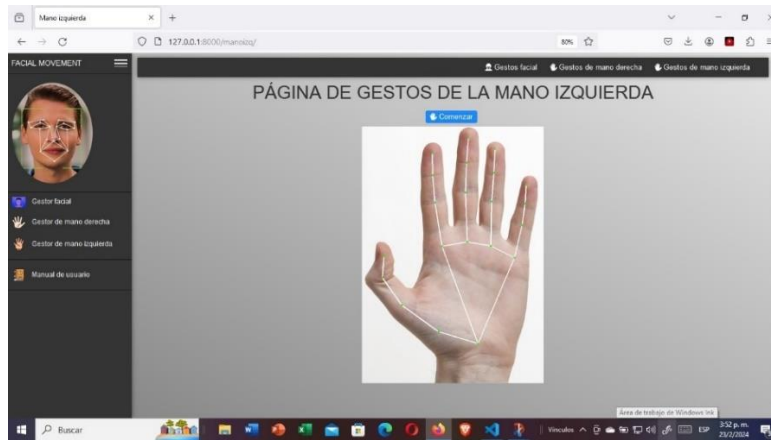


Figura 19. Interfaz gráfica del software de la mano izquierda. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

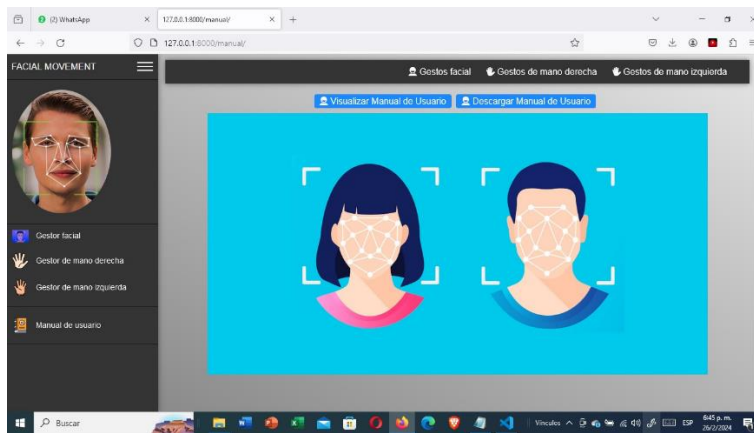


Figura 20. Interfaz gráfica del manual de usuario. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

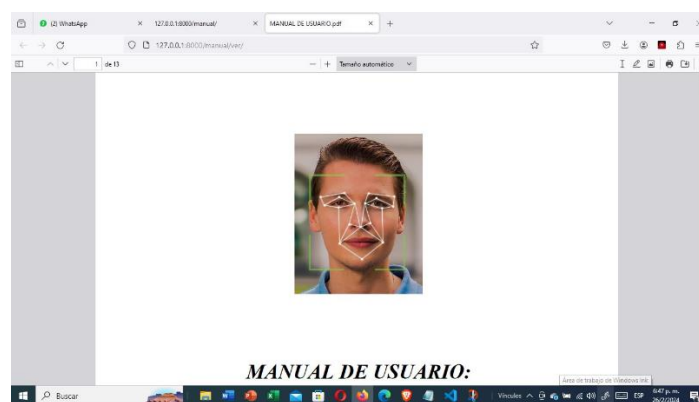


Figura 21. Visualización del manual de usuario. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

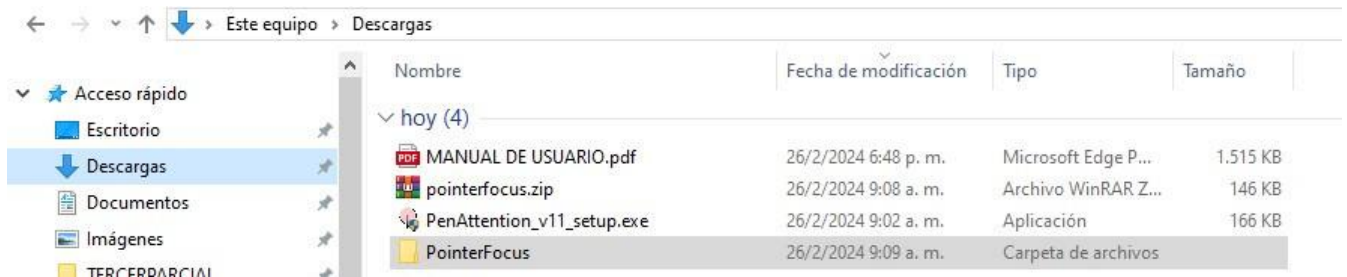


Figura 22. Manual de usuario descargado. **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

Captura de pantalla del rostro:

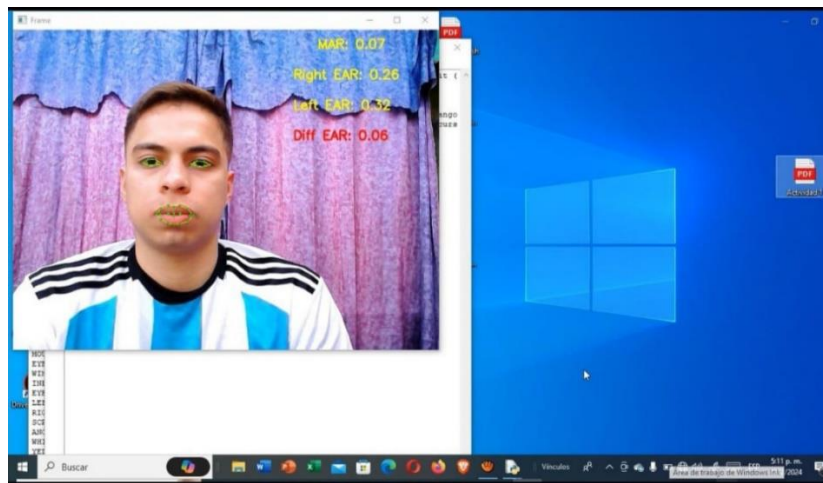


Figura 23. Software facial encendido, **Fuente:** Arteaga y Rodríguez (2023)

4.5 Fase V: Realización de pruebas de calidad del software bajo modelos de caja negra y caja blanca.

Durante esta etapa, se llevó a cabo un plan de pruebas del software durante el proceso de codificación, utilizando la técnica de caja negra y caja blanca. Con el objetivo de asegurar que el software funcionara correctamente. Si se detectaba algún error en algún módulo, se corregía antes de su implementación.

4.5.1 Pruebas de Caja Negra

En las pruebas de caja negra, estas pruebas se centran en la entrada y salidas de datos de la aplicación, sin ver el contenido interno.

Tabla 6. Reconocimiento facial

Caso de Pruebas		
Numero de prueba: 1		
	Estrategia	Prueba de Caja Negra
Descripción	El usuario pulsa el botón de “Iniciar Cara”.	

Entradas	Pulsar botón de Comenzar.
Resultado Esperado	El software comienza a detectar el rostro exitosamente.
Resultado	Exitoso.
Observación	El software le permite al usuario acceder al detector de rostro.

Fuente: Arteaga y Rodríguez (2024)

Tabla 7. Reconocimiento de la mano

Caso de Pruebas		
Numero de pruebas: 2		
	Estrategia	Prueba de Caja Negra
Descripción	El usuario pulsa el botón de “Iniciar Manos”.	
Entradas	Pulsar botón de Comenzar.	
Resultado Esperado	El software comienza a detectar la mano exitosamente.	
Resultado	Exitoso.	
Observación	El software le permite al usuario acceder al detector de manos.	

Fuente: Arteaga y Rodríguez (2024)

4.5.1 Pruebas de Caja Blanca

Estas pruebas se centran en examinar el diseño, el código y la organización interna con el fin de optimizar la eficiencia del sistema.

Tabla 8. Activación del movimiento del mouse a través rostro.

Caso de Pruebas		
Numero de prueba: 1		
	Estrategia	Prueba de Caja Blanca
Descripción	El usuario intenta activar el reconocimiento facial para movilizar el mouse.	
Entradas		
Resultado Esperado	El usuario logra movilizar con éxito el mouse mediante los gestos faciales.	
Resultado	Exitoso	
Observación	El movimiento del mouse hace que el usuario no se tenga que esforzar tanto para movilizar el cursor.	

Fuente: Arteaga y Rodríguez (2024)

Tabla 9. Activación del movimiento del mouse a través de las manos.

Caso de Pruebas		
Numero de prueba: 2		
	Estrategia	Prueba de Caja Blanca
Descripción	El usuario intenta activar el reconocimiento kinésico para movilizar el mouse con la mano.	
Entradas		
Resultado Esperado	El usuario logra movilizar con éxito el mouse mediante el movimiento de la mano.	
Resultado	Exitoso.	
Observación	El software hace que se vuelva bastante cómodo manipular el cursor del mouse mediante la mano.	

Fuente: Arteaga y Rodríguez (2024)

Tabla 10. Velocidad del cursor

Caso de Pruebas		
Numero de prueba: 3		
	Estrategia	Prueba de Caja Blanca
Descripción	El usuario realiza el movimiento del cursor en su computadora	
Entradas		
Resultado Esperado	La velocidad del cursor es lenta al momento de realizar el movimiento.	
Resultado	Fallido.	
Observación	Se modificó la velocidad del cursor para que responda de manera más rápida.	

Fuente: Arteaga y Rodríguez (2024)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Una vez finalizado el desarrollo del software, se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

Mediante la técnica de recolección de datos seleccionada, se obtuvieron los resultados deseados aplicando la entrevista a los 3 neurólogos ubicados en Valencia, Estado Carabobo. Basándonos en sus respuestas, pudimos identificar ciertas discapacidades que podrían estar presentes en la vida cotidiana y cómo estas pueden afectar las labores diarias de las personas con discapacidades. Además, exploramos cómo las tecnologías de asistencia podrían beneficiarles hasta el punto de ofrecerles la oportunidad de reintegrarse al mercado laboral y mejorar su calidad de vida.

Una vez determinados los requerimientos del sistema mediante un exhaustivo estudio de las funciones que deben estar por defecto en un software y su diseño de interfaz para ambos programas, se procedió a llevar a cabo tecnología más moderna como la Inteligencia Artificial para el seguimiento de los gestos faciales y kinésicos de cualquier persona, Se tomó con cuidado cada caso de uso tomando en cuenta los posibles errores o mal entendidos para el usuario común, logrando una experiencia de usuario satisfactoria.

El diseño se hizo lo más dinámico e interactivo posible, para que el usuario final pueda acceder a los dos software, e incluso el manual de usuario está disponible y se ejecuta el PDF en una pestaña aparte para que el usuario pueda ver como lo va usar en cuanto a imágenes paso por paso de cómo se debe utilizar el programa tanto así que tiene un link de video de YouTube, donde se muestra cómo usar algunos de los dos software en la interfaz web, la interfaz gráfica cuenta con la pestaña izquierda desplegable y al pleno inicio, hay botones con imágenes especificando, que tipo de software se puede utilizar y en el medio de la pantalla cuenta con imágenes de los gestos de la cara y de las manos, mano que el usuario observe lo que va usar, bien sea el gestor de cara, gestor de mano derecha o izquierda.

Desarrollar un software de Inteligencia Artificial para personas con discapacidad motora implica diversas dimensiones. En primer lugar, se debió codificar tomando en cuenta cómo el usuario final interactuará con él. Además, se requirió de un código Backend para manejar la extensa carga de datos de la Inteligencia Artificial y un Frontend que albergue para la interfaz con

los elementos de visualización. Para este propósito, se optó por el framework Django, conocido por su código fuente limpio y seguro. Empresas destacadas como YouTube e Instagram también utilizan esta tecnología, ya que permite aprovechar las bibliotecas de Python orientadas a objetos en el mundo web. Esto ofrece un amplio abanico de posibilidades para distribuir la carga de datos de la inteligencia artificial y visualizar la interfaz en un mismo entorno. Además, se empleó HTML para diseñar la interfaz web, aprovechando el lenguaje estándar utilizado en la creación de páginas web y JavaScript para el funcionamiento de la interfaz.

Durante la fase de pruebas, al emplear las técnicas de caja negra y caja blanca, se consiguió una reducción notable en el número de errores presentes en el desarrollo del software. Esta táctica de pruebas facilitó la detección y solución de problemas de forma eficaz, acelerando así el proceso de creación del software.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda una fuente de iluminación como una lámpara para que detecte de forma más eficiente el rostro del usuario que utilicé el software.

La cámara debe estar en una posición que te permita moverte libremente. Debe estar a la altura de los ojos y centrada.

Leer detenidamente el manual de usuario para comprender el funcionamiento del software, los movimientos que debe realizar con su rostro y las posturas de manos para la manipulación del mouse.

Para futuras mejoras se requieren que el reconocimiento de gestos faciales en la PC pueda trabajar en condiciones de baja iluminación, para no depender de una cámara web de alta calidad ni de una iluminación intensa.

Por otra parte, el software necesita evolucionar para convertirse en un programa ejecutable sin necesidad de utilizar la web, lo cual podría ser una función adicional.

El software debería configurarse para abrirse automáticamente al encender la computadora. De esta manera, el usuario con discapacidad no necesitaría la ayuda de una segunda persona.

Para una mejor experiencia, sería de gran ayuda que el software se mantuviera en primer plano en alguna de las esquinas de la pantalla para que el usuario vea en todo momento si no se sale del rango de detección facial o kinésico.

También sería beneficioso crear una inteligencia artificial para el reconocimiento de voz para una experiencia más satisfactoria.

REFERENCIAS

- Arias (2012). **“El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica”**. 6ta Edición. Caracas: Episteme Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Bouncier (2003). **“¿Puede la Inteligencia Artificial Sustituir a la ¿Mente Humana? Implicaciones de la IA en los Derechos Fundamentales y en la Ética”**. Disponible en: <https://revistaseug.ugr.es/index.php/acfs/article/download/24710/25205/100268#:~:text=Podemos%20decir%20junto%20con%20Bourcier,signos%20de%20inteligencia%2C%20a%20los>
- Beck (2019). **“Metodología Actual Metodología XP”**. Disponible en: <https://luismejias21.files.wordpress.com/2018/03/metodologia-xp.pdf>
- Cortaval (2016). **“¿Qué es la visión artificial y para qué sirve?”**. Disponible en: <https://www.contaval.es/que-es-la-vision-artificial-y-para-que-sirve/>
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860 Disponible en: https://www.oas.org/dil/esp/constitucion_venezuela.pdf
- Duran, F (2018). **“Guía de Programación en Python”**.
- Holovaty (2005) **“Django (framework)”** Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Django_\(framework\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Django_(framework))
- European Commission (1996) **“El Impacto Tecnológico en las Personas con Discapacidad”**. Disponible en: <http://ardilladigital.com/DOCUMENTOS/EDUCACION%20ESPECIAL/ACCESIBILIDAD%20Y%20AYUDAS%20TECNICAS/ACCESIBILIDAD/Impacto%20tecnologico%20en%20personas%20con%20discapacidad%20-%20Koon%20y%20De%20la%20vega%20-%20art.pdf>
- Ferrín y Mosquera de la Cruz José (2020) **“Interfaz Humano-Computador Para Personas Con Limitación Motriz De Miembros Superiores Basada En Gestos Faciales”**. Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium. Disponible en: https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/2101/INTERFAZ_H

UMANO COMPUTADOR PERSONAS LIMITACION MOTRIZ MIEMBROS SUPERIORES BASADA GESTOS FACIALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gerón, A (2019). “**Hands-on machine learning with scikit-learn and TensorFlow**”.

Galindo, Gallardo y Samaniego (2021) “**Reconocimiento facial para la identificación de los alumnos en exámenes finales en la modalidad presencial de la Universidad**

Continental - Huancayo”. Universidad Continental. Disponible en:

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11570/1/IV_FIN_103_TE_Galindo_Huaringa_Samaniego_2021.pdf

González (2020) “**Sistema de Reconocimiento Facial con Deep Learning**”. Universidad

Carlos III de Madrid. Disponible en: [https://e-](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/34486/TFG_Ruben_Gonzalez_Lozano.pdf?sequence=1)

[archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/34486/TFG_Ruben_Gonzalez_Lozano.pdf?sequence=1](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/34486/TFG_Ruben_Gonzalez_Lozano.pdf?sequence=1)

Hurwitz y Kirch (2018). “**Machine Learning for Dummies**” Disponible en:

<https://www.ibm.com/downloads/cas/GB8ZMQZ3>

Intel Corporation (2000). “**Introducción a OpenCV**”. Disponible en:

<https://imaginaformacion.com/tutoriales/opencv-en-python>

Lugo (2020). “**¿Qué es el Machine Learning? INVID.**” Disponible

en: <https://invidgroup.com/es/machine-learning-metodos/>

Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2014). Gaceta Oficial N° 6.151 Disponible

en: <https://www.asambleanacional.gob.ve/storage/documentos/leyes/ley-de-reforma-parcial-del-decreto-con-rango-valor-y-fuerza-de-ley-organica-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-20220318163210.pdf>

McCarthy, J (1956). “**¿Qué es la inteligencia artificial (IA)? | IBM**”. Disponible en:

<https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence>

Organización Mundial de la Salud. (2011) “**Informe mundial sobre la discapacidad 2011**”.

Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/75356>

Pérez y Fumero (2021) “**Software Para Ayudar A Las Personas Con Discapacidad Motora A Usar Una Computadora A Través De Gestos Faciales FacePointer**”. Universidad

Católica Andrés Bello. Disponible en: <https://eldiario.com/2023/02/07/ucab-facepointer-proyecto-venezolano-tecnologico-para-personas-con-discapacidad/>

- Palella y Martins (2006). **“Metodología de la Investigación Cuantitativa”**. 2da Edición. Caracas: FEDUPEL. Disponible en: <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23578w/w23578w.pdf>
- Ponguta E. (2019). Front-Ed y Back-End. Obtenido de: <https://edwinponguta.blogspot.com/2019/02/caracteristicas-ycomplementariedad.html>
- Quispe y Chicaiza (2007). **“Diseño de un sistema contable parametrizable financiero on line”**. Escuela Politécnica del Ejército. La Tacunga. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/3880/T-ESPEL-0414.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Real Academia Española (2020). **“Real Academia Española (RAE)”**. Disponible en: <https://dle.rae.es/inteligencia>
- Rivera y Zambrano (2022). **“Implementación de Reconocimiento Facial y Visión Artificial en Robot Nao con Python y OpenCV”**. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22605/1/UPS-GT003738.pdf>
- Szeliski (2010). **“Computer Vision: Algorithms and Applications. Springer”**.
- Stacey (1993) **“Strategic Management and Organizational Dynamics. Pitman: Londres”**.
- Sampieri, Collado y Lucio. (2010). **“Metodología de la Investigación”**. 5ta Edición. México. McGraw-Hill. Disponible en: <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Universidad Politécnica de Valencia (2021) **“Manejo mediante gestos faciales de una aplicación para la programación en Java para personas con diversidad funcional”**. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/172818/Aparicio%20-%20Manejo%20mediante%20gestos%20faciales%20de%20una%20aplicacion%20para%20la%20programacion%20en%20Java%20para%20pe....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

APÉNDICE

Apéndice A

Instrumento de Recolección de Datos



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE COMPUTACION

INSTRUCCIONES PARA LA GUIÓN DE ENTREVISTA	
	<ul style="list-style-type: none">• Indique su función dentro de la empresa• Proceda a leer detenidamente cada una de las preguntas• Responda de manera objetiva• En caso de dudas, consulte con la persona encarga de aplicar el cuestionario

N°	Guion de entrevista
1	¿Qué desafíos enfrenta en términos de movilidad las personas discapacitadas en el uso de sistemas informáticos?
2	¿Qué recursos o herramientas puede utilizar una persona con discapacidad para facilitar el uso de sistemas de informáticos?
3	¿Cómo pueden las tecnologías de ayuda asistir el desarrollo de habilidades motoras en personas con discapacidades?
4	¿Qué mejoras le gustaría tener en términos de accesibilidad tecnológica a las personas discapacitadas en el uso de sistemas informáticos?
5	¿Cómo beneficiaría un software de inteligencia artificial para ayudar con la movilidad a las personas con discapacidad?

Apéndice B

Validación del instrumento de recolección de datos



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE COMPUTACION

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	/			/		
2	/			/		
3	/			/		
4	/			/		
5	/			/		
6	/			/		
7	/			/		
8						
9						
10						

Fecha: 09/10/2023


 Firma del Especialista: *Rosa Arfe*

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	<i>Experto en Computación</i>
--	-------------------------------



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		
4	X			X		
5	X			X		
6	X			X		
7	X			X		
8						
9						
10						

Fecha: 09/10/2023


 Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Prof. de Ingeniería de Computación. Actualmente coordinadora de programas de postgrado UJAP
--	--



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		
4	X			X		
5	X			X		
6	X			X		
7	X			X		
8				X		
9						
10						

Fecha: 09/10/2023


 Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Arquitecto, Proyectos IE OBRAS CIVILES
--	--