



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Tema:

**SISTEMA PARA MINIMIZAR EL RIESGO DURANTE LA ENTREGA DE
LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN INICIAL A LOS
REPRESENTANTES USANDO TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO
FACIAL EN LA UNIDAD EDUCATIVA CRISTIANA NEW LIFE**

Trabajo de Integración Curricular Modalidad: Proyecto de investigación, presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Tecnologías de la Información.

ÁREA: Software

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Desarrollo de software

AUTOR: Christian Fernando Calo Tisalema

TUTOR: Ing. Rubén Eduardo Nogales Portero, Mg.

Ambato – Ecuador

septiembre – 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular con el tema: SISTEMA PARA MINIMIZAR EL RIESGO DURANTE LA ENTREGA DE LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN INICIAL A LOS REPRESENTANTES USANDO TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO FACIAL EN LA UNIDAD EDUCATIVA CRISTIANA NEW LIFE, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación realizado por el señor Christian Fernando Calo Tisalema estudiante de la Carrera de Tecnologías de la Información, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, septiembre 2022

Ing. Rubén Eduardo Nogales Portero, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de Integración Curricular titulado: SISTEMA PARA MINIMIZAR EL RIESGO DURANTE LA ENTREGA DE LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN INICIAL A LOS REPRESENTANTES USANDO TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO FACIAL EN LA UNIDAD EDUCATIVA CRISTIANA NEW LIFE, es absolutamente original, auténtico y personal. En virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022



Christian Fernando Calo Tisalema

C.C 1719604553

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Integración Curricular presentado por el señor Christian Fernando Calo Tisalema, estudiante de la Carrera de Tecnologías de la Información, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado SISTEMA PARA MINIMIZAR EL RIESGO DURANTE LA ENTREGA DE LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN INICIAL A LOS REPRESENTANTES USANDO TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO FACIAL EN LA UNIDAD EDUCATIVA CRISTIANA NEW LIFE, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, septiembre 2022

Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Sandra Lucrecia Carrillo Ríos.

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Marco Vinicio Guachimboza Villalba.

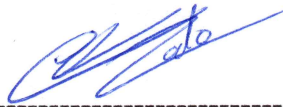
PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Integración Curricular como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Integración Curricular en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, septiembre 2022



Christian Fernando Calo Tisalema

C.C 1719604553

AUTOR

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mis padres, María y José, por ser quienes me han guiado y motivado a superarme, por el gran esfuerzo que han hecho por mí y mis hermanos a lo largo de su vida, por jamás desampararme y siempre brindarme su apoyo. Estoy eternamente agradecido con ellos.

A mis abuelos, Miguel y Luisa, quienes desde que tengo memoria, hasta el día de hoy, han sido como mis segundos padres, por siempre confiar y creer en mí, por sus consejos y enseñanzas. Así como a la memoria de mi abuelo Manuel Calo, por ser un ejemplo del trabajo honesto y el sacrificio por sus hijos e hijas.

A mis tíos, Mery, William y Henry, por velar y cuidar de mí desde la infancia y por poder contar con su apoyo a día de hoy. Muchas gracias a todos.

Christian Fernando Calo Tisalema

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fuerza en los momentos en que más lo necesitaba.

A mis padres, María y José, por confiar en mí y ayudarme a llegar a cumplir esta meta.

A mi pareja, Karen, por ser mi compañía ideal y quien me motiva a ser mejor persona día a día.

A mis amigos, Belén, Danny y Ronny, por su lealtad, palabras y consejos sinceros. Por ser una pieza clave que me ayudó a llegar a este día.

A los excelentes compañeros que tuve durante la carrera, por la unión y amistad que llegamos a tener.

A las autoridades de la Unidad Educativa Cristiana New Life, por la oportunidad de permitirme realizar el proyecto en la institución.

A mi tutor, Ing. Rubén Nogales, por guiarme durante todo el proceso, compartir sus conocimientos y ser un ejemplo como profesional.

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación	1
1.1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Antecedentes investigativos.....	2
1.3 Fundamentación teórica.....	4
1.3.1 Biometría.....	4
1.3.2 Sistemas biométricos.....	5
1.3.3 Técnicas de reconocimiento facial	5
1.3.4 Cámara.....	6
1.3.5 Raspberry Pi 4	7
1.3.6 Convivencia escolar.....	7
1.3.7 Seguridad escolar.....	7
1.3.8 Control de salida de estudiantes de educación inicial	8
1.4 Objetivos.....	8
1.4.1 Objetivo general	8
1.4.2 Objetivos específicos.....	8
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....	9
2.1 Materiales.....	9
2.2 Métodos	12
2.2.1 Modalidad de la investigación.....	12
2.2.2 Población y muestra	12
2.2.3 Recolección de la información.....	14

2.2.4	Procesamiento y análisis de datos	32
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN		35
3.1	Análisis y discusión de los resultados.....	35
3.1.1	Procesos de control de entrega de estudiantes.....	35
3.1.2	Reconocimiento facial	37
3.1.3	Metodologías ágiles de desarrollo	49
3.2	Desarrollo de la propuesta	51
3.2.1	Fase de planificación	51
3.2.2	Fase de diseño.....	66
3.2.3	Fase de codificación	75
3.2.4	Fase de pruebas.....	77
3.2.5	Fase de lanzamiento	82
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		90
4.1	Conclusiones.....	90
4.2	Recomendaciones	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		92
ANEXOS		99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No 1:	Conocimiento del procedimiento de entrega de los estudiantes	26
Figura No 2:	Percepción del nivel de seguridad durante la salida.....	26
Figura No 3:	Consideración en la mejora de medidas de seguridad	27
Figura No 4:	Consideración de que los estudiantes sean retirados por una persona no autorizada	28
Figura No 5:	Existencia de algún incidente durante la salida de los estudiantes ..	29
Figura No 6:	Conocimiento sobre el reconocimiento facial.....	29
Figura No 7:	El conocimiento sobre algún sistema con reconocimiento facial para la seguridad de los estudiantes	30
Figura No 8:	Consideración sobre las ventajas del uso de reconocimiento facial	31
Figura No 9:	Aceptación sobre guardar en la institución los datos faciales de los representantes	32
Figura No 10:	Diagrama de proceso de control durante la salida de estudiantes....	36
Figura No 11:	Diagrama de procesos para el algoritmo de Eigen Faces.....	38
Figura No 12:	Estructura de reconocimiento facial con redes neuronales	39
Figura No 13:	Visualización de una capa completamente conectada	42
Figura No 14:	Arquitectura del sistema.....	67
Figura No 15:	Modelo relacional de la base de datos.....	68
Figura No 16:	Login para ingreso al sistema.....	69
Figura No 17:	Menú del sistema.....	70
Figura No 18:	Formulario para el registro de estudiantes	70
Figura No 19:	Formulario para el registro de representantes	71
Figura No 20:	Formulario para el registro de personas autorizadas.....	72
Figura No 21:	Toma de los datos faciales	72
Figura No 22:	Reconocimiento facial por medio de la Webcam	73
Figura No 23:	Notificación de retiros.....	74
Figura No 24:	Reporte de los registros de retiros.....	74
Figura No 25:	PDF del reporte generado.....	75
Figura No 26:	Matriz de confusión del modelo.....	81
Figura No 27:	Inicio de deploytool para el despliegue del sistema.....	82
Figura No 28:	Tipo de compilador	82

Figura No 29: Tipo de aplicación para el despliegue	82
Figura No 30: Archivo principal para el despliegue.....	83
Figura No 31: Empaquetado para el entorno de ejecución.....	83
Figura No 32: Información sobre la aplicación	83
Figura No 33: Paquetes de soporte	84
Figura No 34: Archivos requeridos para la ejecución	84
Figura No 35: Archivos generados para el usuario final	84
Figura No 36: Inicio de empaquetado del sistema	85
Figura No 37: Creación de archivos binarios	85
Figura No 38: Empaquetado del sistema.....	85
Figura No 39: Carpeta final	86
Figura No 40: Carpetas y archivos creados durante el despliegue	86
Figura No 41: Archivos de instalación	86
Figura No 42: Detección de una persona no autorizada.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No 1:	Población de docentes	13
Tabla No 2:	Población de autoridades.....	13
Tabla No 3:	Población de estudiantes de educación inicial	13
Tabla No 4:	Población de personas autorizadas a retirar a los estudiantes	14
Tabla No 5:	Entrenamiento de Eigen Faces	38
Tabla No 6:	Comparación entre las técnicas de reconocimiento facial	41
Tabla No 7:	Comparación entre los lenguajes de programación orientados al reconocimiento facial	45
Tabla No 8:	Comparación entre las placas de desarrollo	48
Tabla No 9:	Comparación entre las metodologías ágiles de desarrollo	51
Tabla No 10:	Definición de roles del proyecto	52
Tabla No 11:	Modelo de historias de usuario	53
Tabla No 12:	Ingreso al sistema.....	53
Tabla No 13:	Registro de estudiantes.....	54
Tabla No 14:	Registro de representantes.....	54
Tabla No 15:	Toma de datos faciales de los representantes.....	55
Tabla No 16:	Registro de personas autorizadas a retirar a los estudiantes	55
Tabla No 17:	Toma de datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes	56
Tabla No 18:	Identificación confiable de la persona que retira al estudiante	56
Tabla No 19:	Webcam para el reconocimiento	57
Tabla No 20:	Notificación sobre la identificación de la persona que retira al estudiante	57
Tabla No 21:	Registro de retiros realizados	58
Tabla No 22:	Estimación de historias de usuario	59
Tabla No 23:	Plan de entrega	60
Tabla No 24:	Historias de usuario para la iteración 1	60
Tabla No 25:	Actividades para la historia de usuario 1	60
Tabla No 26:	Actividades para la historia de usuario 2	61
Tabla No 27:	Actividades para la historia de usuario 3	61
Tabla No 28:	Historias de usuario para la iteración 2	62

Tabla No 29:	Actividades para la historia de usuario 4	62
Tabla No 30:	Actividades para la historia de usuario 5	63
Tabla No 31:	Actividades para la historia de usuario 6	63
Tabla No 32:	Historias de usuario para la iteración 3	64
Tabla No 33:	Actividades para la historia de usuario 7	64
Tabla No 34:	Actividades para la historia de usuario 8	65
Tabla No 35:	Historias de usuario para la iteración 4	65
Tabla No 36:	Actividades para la historia de usuario 9	65
Tabla No 37:	Actividades para la historia de usuario 10	66
Tabla No 38:	Prueba de aceptación 1	77
Tabla No 39:	Prueba de aceptación 2	77
Tabla No 40:	Prueba de aceptación 3	78
Tabla No 41:	Prueba de aceptación 4	78
Tabla No 42:	Prueba de aceptación 5	79
Tabla No 43:	Prueba de aceptación 6	79
Tabla No 44:	Prueba de aceptación 7	80
Tabla No 45:	Prueba de aceptación 8	80
Tabla No 46:	Prueba de rendimiento del sistema por simulación	88

RESUMEN EJECUTIVO

El uso de los sistemas de reconocimiento facial ha tenido una gran demanda durante los últimos años ya que ofrecen mayor seguridad durante los procesos llevados a cabo en las empresas y organizaciones, incluso son usados por entidades gubernamentales enfocadas en la seguridad ciudadana. También están presentes en las instituciones educativas para el control del personal, o en el caso de los estudiantes para el registro de su asistencia.

El proyecto de investigación tiene como objetivo el desarrollo de un sistema de reconocimiento facial que identifique de forma confiable a los representantes o personas autorizadas a retirar a los estudiantes, para de esta manera garantizar una entrega segura de los estudiantes de educación inicial durante la salida. Ya que el actual proceso se lleva a cabo de forma manual, donde los docentes en base a su conocimiento y experiencias son los encargados de realizar la entrega de los estudiantes.

El sistema fue creado en el entorno de desarrollo Matlab en su versión R2020a, para el gestor de base de datos se utilizó MySQL en su versión 8.0 y la técnica de reconocimiento facial consistió en la aplicación de Redes Neuronales, con la red pre entrenada Alexnet. El proceso de desarrollo se llevó a cabo mediante la aplicación de la metodología ágil Extreme Programming (XP).

Palabras clave: Sistema de seguridad escolar, reconocimiento facial, redes neuronales, alexnet, matlab.

ABSTRACT

The use of facial recognition systems has been in great demand in recent years as they offer greater security during the processes carried out in companies and organizations, and are even used by government entities focused on citizen security. They are also present in educational institutions for the control of personnel, or in the case of students for the registration of their attendance.

The research project aims to develop a facial recognition system that reliably identifies the representatives or persons authorized to pick up students, in order to ensure a safe delivery of early childhood education students during dismissal. The current process is carried out manually, where teachers, based on their knowledge and experience, are in charge of delivering the students.

The system was created in the Matlab development environment in its R2020a version, MySQL version 8.0 was used for the database manager and the facial recognition technique consisted in the application of Neural Networks, with the Alexnet pre-trained network. The development process was carried out through the application of the agile methodology Extreme Programming (XP).

Keywords: School security system, face recognition, neural networks, alexnet, matlab.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

SISTEMA PARA MINIMIZAR EL RIESGO DURANTE LA ENTREGA DE LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN INICIAL A LOS REPRESENTANTES USANDO TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO FACIAL EN LA UNIDAD EDUCATIVA CRISTIANA NEW LIFE

1.1.1 Planteamiento del problema

La seguridad en los centros educativos alrededor del mundo ya sean de carácter público o privado debe estar garantizada, tanto para el bienestar de los alumnos como para el personal de la institución. Pero sobre todo para aquella población escolar que tiende a ser vulnerable, específicamente los estudiantes de los primeros niveles de educación como: Nursery, prekínder y primero de básica, lo que requiere de métodos que otorguen resultados positivos para contrarrestar la inseguridad e inquietud entre la población, una idea que se expresa en el libro: *The Handbook for School Safety and Security* “...Para elaborar un plan correcto de seguridad en las escuelas, se deben identificar las áreas donde dicho aspecto cumpla y sirva como una función principal e indispensable para alcanzar los objetivos y metas planteados por la institución. El proceso de planificación maestra permite a las escuelas obtener una valiosa exposición a herramientas y técnicas que aumentan el valor y la integridad de sus departamentos...” [1].

Uno de los casos donde se comprueba la ineficiencia en la seguridad de las escuelas, es el ocurrido con la niña de siete años Fátima Aldrighetti en México, donde la menor fue asesinada tras haber sido entregada a una persona adulta que no estaba autorizada a recogerla de la institución. Aunque el protocolo establecido por los servicios de Educación Pública en Ciudad de México establece que cuando un estudiante no ha sido retirado por un representante autorizado “...El menor tiene que ser llevado a la agencia del Ministerio Público y estar acompañado en todo momento por autoridades del plantel. La obligación de los directivos y maestros es entregar a la niña o niño a alguien acreditado y en ningún momento se deja al niño afuera de la escuela...”[2].

En Ecuador entró en vigor desde el 2018 un instructivo para el resguardo de la seguridad dirigida a la población escolar durante la entrada y salida de las instituciones, en este documento se disponen normas de traslado para los estudiantes de inicial hasta el tercer año de educación básica, donde se indica que de forma obligatoria deben estar acompañados por su madre, padre y/o representante legal o acompañante debidamente registrado y que de ninguna manera se haga entrega del estudiante a una persona que no esté registrada por los representantes legales, incluso si demostrase un parentesco familiar [3].

En el caso de estudio de la Unidad Educativa Cristiana New Life, se evidenciaron dificultades en el control de entrega de los estudiantes de escuela durante la salida del plantel, donde el docente de acuerdo a la experiencia en reuniones, tutorías académicas o propias indicaciones del representante, decide si la persona quien retira al estudiante tiene un parentesco familiar o cercano a él. Pese a existir un registro de las personas autorizadas para retirar al estudiante, resulta una tarea laboriosa para el docente encargado validar de forma individual esta información debido a la cantidad de estudiantes que posee a su cargo, por lo que en consecuencia representa un latente riesgo para el estudiante y problemas legales para la institución, si se suscitase un caso de atentado contra la integridad física del estudiante.

1.2 Antecedentes investigativos

En [4] los autores al analizar la calidad y seguridad en las escuelas, concluyen que:

- Al pensar en estrategias y programas para mejorar algún aspecto de la seguridad escolar, es posible que los responsables de la toma de decisiones deban pensar detenidamente cómo sus estrategias podrían integrarse en sus esfuerzos por crear entornos escolares de calidad. Nuestros hallazgos proporcionan una confirmación tentativa de que un marco que integra actividades de seguridad en un marco escolar teórico más amplio puede conducir a los resultados deseados. Por supuesto, también debemos agregar la advertencia de que se necesitan más investigaciones para confirmar o negar nuestros hallazgos [4].

En [5] la autora tras sugerir un manejo seguro de las escuelas de Catalunya y la responsabilidad de las autoridades, concluye que:

- El análisis de la legislación escolar aplicable desde el punto de vista de la seguridad ha demostrado que, si bien esta no se refiere explícitamente a ninguna función o tarea sobre la gestión de la seguridad a desarrollar por el director, la dirección tiene funciones muy importantes en la creación de la seguridad y la salud [5].
- Además, para mejorar la gestión de la seguridad en las escuelas, los siguientes factores son absolutamente necesarios:
 - a) Lograr un apoyo suficiente y permanente de la Administración Educativa, aumentando los recursos humanos, materiales y económicos que actualmente se asignan a las escuelas, aprovechando al máximo los ya existentes [5].
 - b) Elaboración de Planes de Prevención integrales según rigurosas evaluaciones de seguridad. Como afirma, los aspectos relacionados con la seguridad deben mantenerse en los documentos institucionales, ya que, sin una correcta formalización de los mismos, es complicado controlar y monitorear correctamente su gestión [5].

En [6] los autores que proponen implementar un sistema de TACS (Total Access Control for Schools) determinaron que:

- La identificación y el registro del movimiento de personas han pasado a resultar una necesidad crítica en todo colegio. En muchas situaciones, hay que conocer en todo momento el contexto del movimiento y dado el caso, proporcionar la información para la autorización o prohibición del movimiento [6].
- La necesidad de poder restringir los permisos de una persona para recoger a un alumno, planteó un problema de diseño de bases de datos, que se resolvió con el modelo descrito en el artículo, mismo que resultó eficiente en cuanto a almacenamiento y proceso de la información, pero en especial, facilitó el uso de los datos tanto para sus usuarios, que deben actualizarlos, como para los programadores que tuvieron que hacer los programas correspondientes [6].

En [7] los autores tras haber estudiado el impacto social de la introducción de la tecnología de reconocimiento facial en las escuelas, determinaron:

- El reconocimiento facial es una tecnología de gran alcance a la que el sector de la educación debe prestar atención sostenida a lo largo de la década de 2020 [7].
- Independientemente de las preocupaciones planteadas sobre la introducción del reconocimiento facial en las instituciones, las escuelas seguirán adoptando estas tecnologías con diversas intenciones y justificaciones, desde aumentar la seguridad escolar tras los tiroteos en el campus hasta dirigir mejor la atención de los maestros dentro del aula [7].

Tras el análisis de las investigaciones relacionadas al control y seguridad en las instituciones, se determina que las autoridades tienen un papel fundamental en la creación y cumplimiento de normas de seguridad, pues son necesarias para crear un entorno escolar de calidad, un requisito fundamental en la actualidad para generar confianza y credibilidad de las instituciones. Acerca del uso de tecnologías de reconocimiento facial, se evidencia que su uso en las escuelas está orientado a mejorar la seguridad y manejo dentro de las aulas, pese a no ser considerado un sistema obligatorio, si se plantean como un punto de discusión sobre su importancia y uso en el futuro educativo.

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Biometría

También conocida como biométrica, se refiere a la captación y empleo de rasgos físicos, así como conductas propias, con el fin de procesar dichos datos y obtener un reconocimiento verificable de una persona [8]. Según Ruiz Milton, Rodríguez Juan y Olivares Juan, la biometría se basa fundamentalmente en el principio de que cada persona es única e individual, debido a sus rasgos, como: huellas, color e iris de ojos, voz entre otros [9]. La biometría ha tenido usos prácticos principalmente para los sistemas de controles y comunicaciones seguras, a diferencia de la percepción humana, que permite reconocer de forma inmediata los rostros y características de las personas.

1.3.2 Sistemas biométricos

Según Cortés Jimmy, Medina Francisco y Muriel José, un sistema biométrico consiste en la aplicación de la tecnología para el reconocimiento de rasgos biométricos en una persona, y existen varios de acuerdo al reconocimiento, como: Firmas, facial o de rostro, mapa de retina, patrón de iris, voz y de huellas dactilares [10]. Se define entonces, como un sistema que posee diferentes capacidades para identificar rasgos individuales de un ser, mediante la medición, codificación, almacenamiento y comparación de dichos rasgos, los cuales son evaluados de acuerdo a la precisión y confiabilidad que briden.

1.3.3 Técnicas de reconocimiento facial

El reconocimiento facial consiste en la identificación automática de un individuo por medio de la comparación entre una imagen dentro de una base de datos, y la imagen digital obtenida de un dispositivo, donde se evalúan los rasgos y características más relevantes del rostro de la persona [10]. Por lo tanto una técnica de reconocimiento facial compara las características de los rostros para identificar y clasificar de forma correcta la identidad de una persona, sin embargo dichas características también deben ser clasificadas de manera que se utilicen sólo las más relevantes y relacionadas al rostro de la persona, para ello existen los denominados métodos de reducción de dimensionalidad, que consisten en eliminar los datos repetidos o redundantes y de esta manera obtener una un espacio de menor dimensión al original [11]. Entre los principales métodos de reducción de dimensionalidad se encuentran:

- **PCA (Principal Component Analysis)**

La técnica PCA usa un algoritmo de disminución dimensional, lo que permite evaluar los vectores mejores representados de un grupo de imágenes. Es decir, que analiza la imagen de un rostro basándose en una colección que contiene diversas observaciones de diferentes rostros. La particularidad de esta técnica consiste en la diferenciación de los componentes en su matriz, lo que permite mantener cerca las caras correspondientes a una misma persona, y alejadas a las que pertenecen a diferentes personas [12].

- **LDA (Linear Discriminant Analysis)**

La técnica LDA tiene un mecanismo similar al de PCA, pues su objetivo es disminuir la alta dimensionalidad en la matriz de imágenes, para ello, los datos de las imágenes se reflejan en un espacio vectorial de baja dimensionalidad, por lo tanto, la distancia entre las clases de la matriz y la nueva clase, se maximizan, permitiendo una mejor clasificación de las imágenes [12].

- **DCT (Discrete Cosine Transform) por bloques**

DCT es una técnica que muestra secuencias finitas de datos, usada para extraer rasgos y características de una imagen, para posteriormente clasificarlas.

La técnica DCT por bloques, consiste en aplicar DCT en bloques de 8x8 píxeles de forma secuencial en una imagen. Cuando los datos de cada bloque han sido calculados y clasificados, se establecen coeficientes con cada bloque para recrear nuevamente la imagen. La finalidad de esta técnica es la de localizar características únicas en el rostro para la comprobación de identidad de una persona [12].

1.3.4 Cámara

Los tipos de cámara que existen actualmente corresponden a las de tipo analógica e IP, las cuales varían en su funcionamiento [13].

- **Cámara analógica**

Este tipo de cámara se caracteriza por la necesidad de estar conectada mediante un cable coaxial para su funcionamiento, por el cual se alimenta y envía señales de video. Es ideal cuando no se requiere manejar diversas cámaras en un ambiente, además, el tráfico de datos de video transferidos por el cable no está sujetos a los riesgos en la red, como la caída del ancho de banda [13].

- **Cámara IP**

Corresponde a un tipo de cámara conocida también como cámaras de red, cuyo funcionamiento consiste en el envío de señales de video por medios como: Internet, Switch o HUB dentro de una infraestructura de red, lo que permite administrar la captura de video remotamente o de forma local mediante software de gestión en un navegador web. Son ideales en ambientes donde se requieren de múltiples cámaras en funcionamiento [13].

1.3.5 Raspberry Pi 4

Se trata de un computador reducido en una placa del tamaño de una tarjeta de crédito y económicamente accesible, construido en el Reino Unido por la organización Raspberry Pi con el objetivo de incentivar el aprendizaje sobre computadores, electrónica y programación. La placa Raspberry Pi4 es el modelo más reciente, con respecto al hardware cuenta con múltiples opciones de conectividad como: Conectores USB 2.0 y 3.0, puerto Ethernet RJ45, micro HDMI, ranura para MicroSD y pines GPIO. En cuanto al software es capaz de ejecutar múltiples sistemas operativos (SO) basados en Linux, como su propio SO denominado Raspbian, e incluso Windows en su versión para el internet de la cosas (IOT) [14].

1.3.6 Convivencia escolar

Según Ferreira Gloria, la convivencia escolar corresponde a aplicabilidad de una serie de normas y reglas en los centros educativos, relacionadas al comportamiento, para el bienestar social, de aprendizaje pedagógico y de razones psicológicas [15]. Una correcta armonía en la convivencia, en conjunto a la disciplina, son ejes fundamentales para llegar a los objetivos que se plantean en la educación.

1.3.7 Seguridad escolar

Se refiere a las prácticas de seguridad y prevención, que tengan como objetivo, mitigar los riesgos en un ambiente escolar, para de esta manera, proteger la integridad física y psicológica, tanto de los alumnos, como del personal de la institución [16].

1.3.8 Control de salida de estudiantes de educación inicial

Corresponde al proceso que se efectúa durante la finalización de la jornada escolar en las instituciones, donde los docentes a cargo de los alumnos proceden a hacer la entrega de los estudiantes a los encargados de retirar al menor. Siendo este proceso, controlado únicamente por el docente, por lo tanto, es un ámbito donde pueden ocurrir numerosos incidentes, como se cita en el Manual y protocolos de seguridad escolar, en el Estado de León, México: “Cuando dejamos a los niños en los planteles escolares después de su horario de salida, los exponemos a los peligros que se pueden encontrar en la calle, desde algún atropellamiento en la vía pública hasta ser molestados por terceros con alguna conducta antisocial;” [16].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar un sistema para minimizar el riesgo durante la entrega de los estudiantes de educación inicial a los representantes usando técnicas de reconocimiento facial en la Unidad Educativa Cristiana New Life.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar el actual proceso de control para la salida de estudiantes de educación inicial de la Unidad Educativa Cristiana New Life.
- Aplicar técnicas de reconocimiento facial para la identificación y validación del permiso de la persona encargada del retiro del estudiante de educación inicial en la Unidad Educativa Cristiana New Life.
- Desarrollar un sistema informático que garantice la entrega segura de los estudiantes de educación inicial durante el proceso de salida en la Unidad Educativa Cristiana New Life.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para el presente proyecto se realizó una entrevista a las autoridades de la institución y a los docentes de educación inicial. También se aplicó una encuesta a los representantes y personas autorizadas a retirar a los estudiantes de educación inicial con el fin de obtener datos relevantes para el desarrollo del sistema de reconocimiento facial. Del mismo modo se utilizó una cámara para obtener los datos faciales mediante un video del rostro de los representantes y personas autorizadas a retirar a los estudiantes.

Entrevista aplicada a las autoridades de la institución y docentes de educación inicial

La entrevista tiene como objetivo obtener información acerca de cómo se lleva a cabo el actual procedimiento, así como las normas que existen en la institución, relacionadas a la entrega de los estudiantes de educación inicial a sus representantes durante la salida. Además de conocer la opinión de las autoridades sobre la tecnología de reconocimiento facial aplicada a la seguridad de los estudiantes. La validez de la entrevista se realizó mediante la técnica de test y re-test que consiste en volver a aplicar la entrevista pasado un tiempo, para este caso después de dos semanas y verificar que las respuestas tengan concordancia con respecto a las que fueron dadas durante la primera entrevista (Ver anexo A.2).

- **Pregunta 1:** ¿Cuáles son las medidas de seguridad tomadas por la institución al momento de entregar los estudiantes a sus representantes durante la salida?
- **Pregunta 2:** ¿De qué manera se comprueba que la persona quien retira al estudiante tiene el permiso de hacerlo?
- **Pregunta 3:** En caso de que no se tenga conocimiento de la relación entre el estudiante y la persona que pretende retirarlo, ¿Qué acciones se toman?
- **Pregunta 4:** ¿Cuál es el procedimiento que sigue la institución en caso de que un estudiante no sea retirado?

- **Pregunta 5:** ¿Existe un registro que contenga los nombres o identificación de las personas que están autorizadas a retirar a los estudiantes, y de ser así, donde se encuentra?
- **Pregunta 6:** ¿Cuál es el número máximo de personas autorizadas a retirar al estudiante?
- **Pregunta 7:** ¿Cuál es su punto de vista acerca del reconocimiento facial aplicado a la seguridad de los estudiantes en las instituciones?
- **Pregunta 8:** ¿Cuáles son las ventajas o desventajas que usted considera que podrían existir al aplicar reconocimiento facial para el control de entrega de los estudiantes a sus representantes?
- **Pregunta 9:** ¿De qué manera considera que la aplicación de reconocimiento facial para identificar a las personas autorizadas a retirar a los estudiantes afectará a la institución?

Encuesta aplicada a los representantes y personas autorizadas a retirar a los estudiantes de educación inicial

El objetivo de la encuesta consiste en conocer el criterio de los representantes sobre la seguridad durante el actual proceso de entrega de los estudiantes de educación inicial a sus representantes por parte de la institución, y su opinión acerca de la aplicación de reconocimiento facial para dicho proceso. La confiabilidad y validez de la encuesta fue validada mediante el coeficiente α (alpha) de Cronbach el cual dio como resultado un valor de 0.84 que indica un alto nivel de confianza, para lo cual la encuesta se aplicó inicialmente a veinte personas que formaban parte de la muestra (Ver anexo A.1).

Las opciones de respuesta consisten en una escala de Likert para calificar el nivel de acuerdo o desacuerdo de los encuestados, como se muestra en la siguiente tabla:

Escala de valoración				
Totalmente en desacuerdo=1	En desacuerdo=2	Ni de acuerdo, ni desacuerdo=3	De acuerdo=4	Totalmente de acuerdo=5

Nº	Ítem	1	2	3	4	5
1	Conoce el procedimiento que la institución sigue durante el proceso de entrega de los estudiantes a sus representantes durante la salida					
2	Las medidas de seguridad tomadas por la institución son las más adecuadas					
3	Las medidas de seguridad durante la salida podrían ser mejores					
4	Considera posible que un estudiante pueda ser entregado a alguien no autorizado					
5	Tiene conocimiento sobre algún incidente que pudo haber sucedido durante la entrega de los estudiantes a sus representantes					
6	Conoce en qué consiste la tecnología de reconocimiento facial					
7	Conoce sobre un sistema que use reconocimiento facial para el control y seguridad de estudiantes					
8	Considera que el uso de reconocimiento facial presentaría ventajas para la seguridad durante la entrega de los estudiantes a sus representantes					
9	Está de acuerdo en que la institución guarde sus datos faciales mediante un video de su rostro, con el fin de garantizar una entrega segura de los estudiantes a sus representantes					

Cámara para recolección de datos faciales

Para el presente proyecto se utilizó una cámara web de la marca Logitech modelo C920, cuyas características se especifican en el capítulo III sobre los resultados y discusión.

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

Para el presente proyecto las modalidades de investigación fueron: bibliográfica documental, investigación de campo y modalidades especiales, por las razones que se muestran a continuación.

Investigación bibliográfica documental

La investigación fue bibliográfica documental, porque utiliza fuentes de información en documentos como: libros, tesis, artículos entre otros, para la elaboración del marco teórico y la aplicabilidad de la tecnología de reconocimiento facial en la institución.

Investigación de campo

Mediante la investigación de campo se recopilaron los datos directamente de la realidad que ocurre durante el proceso de retiro de los estudiantes de educación inicial, lo que permitió la obtención de la información directa en relación con la deficiencia en el método de comprobación de la relación que tenga el estudiante con la persona que pretende retirarlo.

Modalidades especiales

La investigación corresponde a modalidades especiales debido a que la información de los datos faciales, necesarios para el reconocimiento, fue recolectada mediante una cámara web que detecta y recorta el rostro de la persona de manera automática.

2.2.2 Población y muestra

La población del presente trabajo de investigación son todos los docentes de los niveles de educación inicial: Nursery, Prekínder y Primero de Básica, las autoridades de la institución: Rectora y Vicerrectora, y los estudiantes de educación inicial.

La muestra corresponde a dos personas por cada estudiante, autorizadas a retirarlo de acuerdo con las políticas de la institución.

Para la población de docentes:

Población de docentes.	Número.	Porcentaje.
Docentes de educación inicial.	3	100 %
Total.	3	100%

Tabla No 1: Población de docentes

Elaborado por: Investigador

En la tabla No 1 se presenta la población de los docentes y ya que su población no excede los cien elementos, se trabajó con su totalidad.

Para la población de autoridades:

Autoridades.	Número.	Porcentaje.
Autoridades de la institución.	2	100 %
Total.	2	100%

Tabla No 2: Población de autoridades

Elaborado por: Investigador

En la tabla No 2 se presenta la población de las autoridades y ya que su población no excede los cien elementos, se trabajó con su totalidad.

Para la población de estudiantes de educación inicial:

Población de estudiantes de educación inicial.	Número.	Porcentaje.
Nursery.	10	11.11 %
Prekínder.	31	34.45 %
Primero de básica.	49	54.44 %
Total.	90	100%

Tabla No 3: Población de estudiantes de educación inicial

Elaborado por: Investigador

En la tabla No 3 se presenta la población de los estudiantes de educación inicial y ya que su población no excede los cien elementos, se trabajó con su totalidad.

Para la muestra de personas autorizadas a retirar a los estudiantes:

Se establece un nivel de confianza del 95% y un error de muestreo de 5% aplicando la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Población de personas autorizadas a retirar a los estudiantes.	Número.	Porcentaje.
Nursery.	20	11.11 %
Prekínder.	62	34.45 %
Primero de básica.	98	54.44 %
Total.	180	100%

Tabla No 4: Población de personas autorizadas a retirar a los estudiantes

Elaborado por: Investigador

En la tabla No 4 se presenta la población de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes, y debido a que su población excede los cien elementos se obtendrá una muestra con los siguientes parámetros:

- Tamaño de la muestra $N = 180$
- Confianza $Z = 0,95 \rightarrow 1,96$
- Error de muestro $e = 0,05$
- Desviación estándar $s = 0,5$

$$n = \frac{(180)(0,5)^2(1,96)^2}{(180-1)(0,05)^2 + (0,5)^2(1,96)^2}$$

= 123 personas autorizadas a retirar a los estudiantes sobre las que se aplicarán las encuestas.

2.2.3 Recolección de la información

Tras haberse aplicado la entrevista y encuesta se obtuvieron los resultados mostrados a continuación.

Resultados de la entrevista aplicada a la rectora de la institución

- **Pregunta 1:** ¿Cuáles son las medidas de seguridad tomadas por la institución al momento de entregar los estudiantes a sus representantes durante la salida?

Respuesta: De forma obligatoria todas las entregas se realizan dentro de la institución y son supervisadas por la docente de cada curso, quien identifica a la persona que retira al estudiante.

- **Pregunta 2:** ¿De qué manera se comprueba que la persona quien retira al estudiante tiene el permiso de hacerlo?

Respuesta: Existe una ficha donde se encuentran los datos de los representantes la cual es llenada al principio de cada año escolar, de esta manera se comprueba la identificación de la persona quien retira al estudiante

- **Pregunta 3:** En caso de que no se tenga conocimiento de la relación entre el estudiante y la persona que pretende retirarlo, ¿Qué acciones se toman?

Respuesta: En el caso de que los datos de la ficha no coincidan con la persona que se ha acercado a retirar al estudiante, la docente no entrega al estudiante y se activa el protocolo de llamado al representante ya sea para su retiro o para otorgar la autorización del retiro.

- **Pregunta 4:** ¿Cuál es el procedimiento que sigue la institución en caso de que un estudiante no sea retirado?

Respuesta: El estudiante se mantiene en las instalaciones de la institución junto al personal hasta las dos de la tarde, si después de dicha hora aún no ha sido retirado se procede a localizar al representante para conocer el motivo y solicitar su retiro. Mientras el estudiante no sea retirado no saldrá de la institución.

- **Pregunta 5:** ¿Existe un registro que contenga los nombres o identificación de las personas que están autorizadas a retirar a los estudiantes, y de ser así, donde se encuentra?

Respuesta: Existe una ficha que es llenada por los representantes al inicio de cada año escolar. El registro se encuentra en manos de los docentes de cada curso, así como en el sistema que se maneja en secretaría.

- **Pregunta 6:** ¿Cuál es el número máximo de personas autorizadas a retirar al estudiante?

Respuesta: Generalmente es uno, sin embargo hay casos donde si existen más personas autorizadas por los representantes.

- **Pregunta 7:** ¿Cuál es su punto de vista acerca del reconocimiento facial aplicado a la seguridad de los estudiantes en las instituciones?

Respuesta: Es adecuado y de mucho beneficio sobre todo por la seguridad que ofrece.

- **Pregunta 8:** ¿Cuáles son las ventajas o desventajas que usted considera que podrían existir al aplicar reconocimiento facial para el control de entrega de los estudiantes a sus representantes?

Respuesta: La ventaja consiste en tener una identificación segura y confiable, las desventajas tienen que ver con el funcionamiento del programa y los percances que pueden ocurrir y que eviten su correcto funcionamiento, como cortes de luz o internet.

- **Pregunta 9:** ¿De qué manera considera que la aplicación de reconocimiento facial para identificar a las personas autorizadas a retirar a los estudiantes afectará a la institución?

Respuesta: Considero que no habría una afectación a menos que la aplicación presente fallas.

Análisis e interpretación de resultados

De acuerdo a la entrevista aplicada, la rectora de la institución establece que las docentes son quienes se encargan de verificar la identidad de la persona que se acerca a retirar al estudiante, también indica que existe un protocolo que consiste en comunicarse con el representante del estudiante en el caso de que una persona no autorizada pretenda retirarlo o de que ninguna persona se haya acercado a retirarlo, también indica estar de acuerdo en la aplicación de la tecnología de reconocimiento facial durante el proceso de salida de los

estudiantes de educación inicial. Por lo tanto se evidencia por parte de la primera autoridad de la institución que el método de identificación llevado a cabo y bajo la supervisión de las docentes no resulta fiable, debido a la gran cantidad de personas que se acercan a retirar a todos los estudiantes de educación inicial, de manera que la aplicación de la tecnología de reconocimiento facial será de gran aporte para la seguridad de los estudiantes durante la salida de la institución al establecerse como un método fiable.

Resultados de la entrevista aplicada a la vicerrectora de la institución

- **Pregunta 1:** ¿Cuáles son las medidas de seguridad tomadas por la institución al momento de entregar los estudiantes a sus representantes durante la salida?

Respuesta: Al inicio del año escolar se realiza una ficha de los representantes, donde constan sus datos y copia de cédula, de esta manera las docentes identifican a los representantes quienes retiran a los estudiantes.

- **Pregunta 2:** ¿De qué manera se comprueba que la persona quien retira al estudiante tiene el permiso de hacerlo?

Respuesta: Se corrobora con la cédula y la ficha que es llenada al inicio del año escolar.

- **Pregunta 3:** En caso de que no se tenga conocimiento de la relación entre el estudiante y la persona que pretende retirarlo, ¿Qué acciones se toman?

Respuesta: Se comprueba mediante una llamada telefónica al representante.

- **Pregunta 4:** ¿Cuál es el procedimiento que sigue la institución en caso de que un estudiante no sea retirado?

Respuesta: Se realiza una llamada telefónica al representante donde se le informa que el estudiante no ha sido retirado.

- **Pregunta 5:** ¿Existe un registro que contenga los nombres o identificación de las personas que están autorizadas a retirar a los estudiantes, y de ser así, donde se encuentra?

Respuesta: La institución maneja un sistema denominado Idukay, donde se encuentra la información tanto del estudiante como representante.

- **Pregunta 6:** ¿Cuál es el número máximo de personas autorizadas a retirar al estudiante?

Respuesta: Un máximo de tres personas, el padre, madre y un familiar en algunos casos.

- **Pregunta 7:** ¿Cuál es su punto de vista acerca del reconocimiento facial aplicado a la seguridad de los estudiantes en las instituciones?

Respuesta: En el caso de los estudiantes no presenta mayor dificultad, sin embargo con los representantes debido a que en ocasiones no manejan bien la tecnología, pudiese ser un proceso complicado por lo que se debe considerar un proceso de capacitación y adaptación.

- **Pregunta 8:** ¿Cuáles son las ventajas o desventajas que usted considera que podrían existir al aplicar reconocimiento facial para el control de entrega de los estudiantes a sus representantes?

Respuesta: La ventaja consiste en la reducción del tiempo que tomara el proceso de entrega de los estudiantes.

- **Pregunta 9:** ¿De qué manera considera que la aplicación de reconocimiento facial para identificar a las personas autorizadas a retirar a los estudiantes afectará a la institución?

Respuesta: Considero que en lugar de afectar será de beneficio, tanto por el tiempo como por la seguridad de poder identificar a las personas autorizadas a retirar a los estudiantes.

Análisis e interpretación de resultados

De acuerdo a la entrevista aplicada, la vicerrectora de la institución determina que el método de identificación de la persona que retira al estudiante se realiza por parte de la docente mediante una ficha de datos, la cual contiene

información de cada estudiante así como de los representantes y personas autorizadas a retirarlo, también expresa que si la información no se llega a corroborar no se procede a realizar la entrega del estudiante y que por lo tanto, se realiza una llamada telefónica al representante para verificar la identidad de la persona que pretende retirar al estudiante. También indica que existe una plataforma informática manejada por la institución donde se registra la información de cada estudiante, así como de las personas que tienen autorización a retirarlo. De acuerdo a la tecnología de reconocimiento facial, considera que su aplicación presentará ventajas en el tiempo de entrega. Por lo tanto se evidencia por parte de la segunda autoridad de la institución que el método de comprobación de la persona que retira al estudiante donde se usan las fichas que contienen la información, es el único existente y no representa un método fiable, de manera que la aplicación de reconocimiento facial durante la salida de los estudiantes será un aporte significativo para la seguridad en la institución,

Resultados de la entrevista aplicada a docente de Nursery

- **Pregunta 1:** ¿Cuáles son las medidas de seguridad tomadas por la institución al momento de entregar los estudiantes a sus representantes durante la salida?

Respuesta: Al inicio del año se realiza una reunión con los representantes donde se solicita información de las personas que están autorizadas a retirar al estudiante, también pueden comunicarse a través de la plataforma Idukay e indicar que otra persona irá a retirar al estudiante.

- **Pregunta 2:** ¿De qué manera se comprueba que la persona quien retira al estudiante tiene el permiso de hacerlo?

Respuesta: Mediante la información que se obtuvo en la reunión del inicio del año escolar, y de ser necesario los representantes también envían una foto de la persona quien retirará al estudiante.

- **Pregunta 3:** En caso de que no se tenga conocimiento de la relación entre el estudiante y la persona que pretende retirarlo, ¿Qué acciones se toman?

Respuesta: En primer lugar se pregunta qué relación tiene con el estudiante y luego se procede a notificar al representante mediante una llamada telefónica y confirmar si la persona tiene permiso de retirar al estudiante.

- **Pregunta 4:** ¿Cuál es el procedimiento que sigue la institución en caso de que un estudiante no sea retirado?

Respuesta: El estudiante se queda bajo mi cuidado hasta las dos de la tarde, pero una vez pasado ese tiempo se informa a secretaría para que proceda a localizar mediante una llamada telefónica al representante.

- **Pregunta 5:** ¿Existe un registro que contenga los nombres o identificación de las personas que están autorizadas a retirar a los estudiantes, y de ser así, donde se encuentra?

Respuesta: Desconozco sobre la existencia de ese registro.

- **Pregunta 6:** ¿Cuál es el número máximo de personas autorizadas a retirar al estudiante?

Respuesta: Un máximo de dos personas, pero en ocasiones se presenta una persona autorizada extra.

- **Pregunta 7:** ¿Cuál es su punto de vista acerca del reconocimiento facial aplicado a la seguridad de los estudiantes en las instituciones?

Respuesta: Considero que es una herramienta novedosa y útil, pues evita futuros inconvenientes con los estudiantes.

- **Pregunta 8:** ¿Cuáles son las ventajas o desventajas que usted considera que podrían existir al aplicar reconocimiento facial para el control de entrega de los estudiantes a sus representantes?

Respuesta: Las ventajas son la seguridad de saber que las personas quienes retiran a los estudiantes están autorizadas a hacerlo. Una desventaja puede ser el tiempo de lectura e identificación del rostro de cada persona.

- **Pregunta 9:** ¿De qué manera considera que la aplicación de reconocimiento facial para identificar a las personas autorizadas a retirar a los estudiantes afectará a la institución?

Respuesta: Considero que no llega a afectar a la institución, más bien es una inversión para la seguridad de los estudiantes.

Análisis e interpretación de resultados

De acuerdo a la entrevista aplicada, la docente de Nursery indica que al principio del año escolar existe un proceso de socialización con los representantes, donde a través de una ficha se toman sus datos así como la identidad de las personas a las que autorizan a retirar a sus representados. También indica que en ocasiones el representante envía una fotografía de la persona que se acercará a retirar al estudiante en el caso de que no conste dentro de la ficha, e indica que si algún estudiante no ha sido retirado procede a comunicarse con secretaría para contactar al representante. Acerca de la aplicación de reconocimiento facial indica que está de acuerdo por las ventajas que presentaría. Se concluye que la aplicación de reconocimiento facial ayudará al proceso de identificación de las personas que retiran a los estudiantes durante la salida al no depender de una ficha de datos.

Resultados de la entrevista aplicada a docente de Prekinder

- **Pregunta 1:** ¿Cuáles son las medidas de seguridad tomadas por la institución al momento de entregar los estudiantes a sus representantes durante la salida?

Respuesta: Los representantes se forman en la entrada de la institución mientras van pasando uno por uno a retirar al estudiante, de esta manera se asegura que quien lo retira sea alguien autorizado.

- **Pregunta 2:** ¿De qué manera se comprueba que la persona quien retira al estudiante tiene el permiso de hacerlo?

Respuesta: Mediante la indicación de los representantes, pues ellos informan qué personas tienen permiso de retirar a los estudiantes.

- **Pregunta 3:** En caso de que no se tenga conocimiento de la relación entre el estudiante y la persona que pretende retirarlo, ¿Qué acciones se toman?

Respuesta: Se notifica a secretaría para que proceda a realizar una llamada telefónica al representante y notificarle de la situación.

- **Pregunta 4:** ¿Cuál es el procedimiento que sigue la institución en caso de que un estudiante no sea retirado?

Respuesta: El estudiante se mantiene en las instalaciones de la institución, y en secretaría se localiza al representante.

- **Pregunta 5:** ¿Existe un registro que contenga los nombres o identificación de las personas que están autorizadas a retirar a los estudiantes, y de ser así, donde se encuentra?

Respuesta: Existe una plataforma denominada Idukay donde consta la información de los representantes así como las personas que tienen autorización de retirar al estudiante.

- **Pregunta 6:** ¿Cuál es el número máximo de personas autorizadas a retirar al estudiante?

Respuesta: Hasta tres personas.

- **Pregunta 7:** ¿Cuál es su punto de vista acerca del reconocimiento facial aplicado a la seguridad de los estudiantes en las instituciones?

Respuesta: Considero que es innovador y positivo para la seguridad de los estudiantes.

- **Pregunta 8:** ¿Cuáles son las ventajas o desventajas que usted considera que podrían existir al aplicar reconocimiento facial para el control de entrega de los estudiantes a sus representantes?

Respuesta: Como ventaja, tener el conocimiento y registro de las personas que están autorizadas a retirar al estudiante.

- **Pregunta 9:** ¿De qué manera considera que la aplicación de reconocimiento facial para identificar a las personas autorizadas a retirar a los estudiantes afectará a la institución?

Respuesta: No se vería de manera perjudicial, sin embargo es posible que el tiempo que tome el proceso si se vea afectado.

Análisis e interpretación de resultados

De acuerdo a la entrevista aplicada, la docente de prekínder indica que el proceso de retiro se realiza de forma individual para de esta manera poder identificar a la persona que retira al estudiante. En el caso que la persona quien pretende retirar al estudiante no sea identificada se informa a secretaría para que se comunique con el representante, del mismo modo indica que si no han retirado al estudiante se localiza al representante mediante una llamada telefónica. Sobre la aplicación de reconocimiento facial indica que está de acuerdo y es percibida como una herramienta innovadora. Por lo tanto la tecnología de reconocimiento facial y su aplicación durante la salida de los estudiantes otorga ventajas relacionadas a la seguridad, pues consiste en un método fiable y que contará con registros de las personas quienes retiran a los estudiantes.

Resultados de la entrevista aplicada a docente de Primero de básica

- **Pregunta 1:** ¿Cuáles son las medidas de seguridad tomadas por la institución al momento de entregar los estudiantes a sus representantes durante la salida?

Respuesta: Al inicio del año escolar los representantes rellenan una ficha con su información, de manera que cuando retiran al estudiante se corroboran los datos, también existen carnets de identificación de cada estudiante.

- **Pregunta 2:** ¿De qué manera se comprueba que la persona quien retira al estudiante tiene el permiso de hacerlo?

Respuesta: Mediante el carnet de identificación del estudiante, sin embargo también los reconozco por mí misma.

- **Pregunta 3:** En caso de que no se tenga conocimiento de la relación entre el estudiante y la persona que pretende retirarlo, ¿Qué acciones se toman?

Respuesta: Se comunica con secretaría y se realiza una llamada telefónica al representante para preguntarle si autoriza el retiro por parte de otra persona.

- **Pregunta 4:** ¿Cuál es el procedimiento que sigue la institución en caso de que un estudiante no sea retirado?

Respuesta: La secretaría se comunica con el representante para informarle de la situación y el estudiante se mantiene en la institución hasta ser retirado.

- **Pregunta 5:** ¿Existe un registro que contenga los nombres o identificación de las personas que están autorizadas a retirar a los estudiantes, y de ser así, donde se encuentra?

Respuesta: Se cuenta con la plataforma Idukay, donde constan los datos de los representantes y estudiantes, así como las personas que están autorizadas a retirar al estudiante.

- **Pregunta 6:** ¿Cuál es el número máximo de personas autorizadas a retirar al estudiante?

Respuesta: Un máximo de tres personas.

- **Pregunta 7:** ¿Cuál es su punto de vista acerca del reconocimiento facial aplicado a la seguridad de los estudiantes en las instituciones?

Respuesta: Se considera novedoso y seguro, porque así se evitarían falsificaciones de identidad.

- **Pregunta 8:** ¿Cuáles son las ventajas o desventajas que usted considera que podrían existir al aplicar reconocimiento facial para el control de entrega de los estudiantes a sus representantes?

Respuesta: La ventaja consiste en que existirá un registro de los retiros de cada estudiante. La desventaja puede ser el costo que la implementación conllevaría.

- **Pregunta 9:** ¿De qué manera considera que la aplicación de reconocimiento facial para identificar a las personas autorizadas a retirar a los estudiantes afectará a la institución?

Respuesta: Los representantes se sentirán más seguros por poder contar con este método.

Análisis e interpretación de resultados

De acuerdo a la entrevista aplicada, la docente de primero de básica determina que el protocolo de seguridad durante la salida de los estudiantes consiste en la identificación de las personas quienes se acercan a retirar al estudiante mediante: los datos de la ficha, comprobando si portan el carnet de identificación estudiantil o reconociéndolos ella misma. En el caso de que no se identifique a la persona que pretende retirar al estudiante, indica que la secretaría se comunica con el representante para verificar si se trata de alguien autorizado. Sobre la tecnología de reconocimiento facial, considera que es un concepto novedoso y evitaría problemas de identificación durante la salida. Por lo tanto al no existir un método fiable que identifique a las personas que retiran a los estudiantes, siendo el uso del carnet o el envío de fotos por vía telefónica métodos inseguros, la aplicación de reconocimiento facial brindará seguridad al proceso de retiro y beneficiará a la institución, estudiantes y representantes.

Resultados de la encuesta aplicada a los representantes y personas autorizadas a retirar a los estudiantes

- **Ítem 1:** Conoce el procedimiento que la institución sigue durante el proceso de entrega de los estudiantes a sus representantes durante la salida.

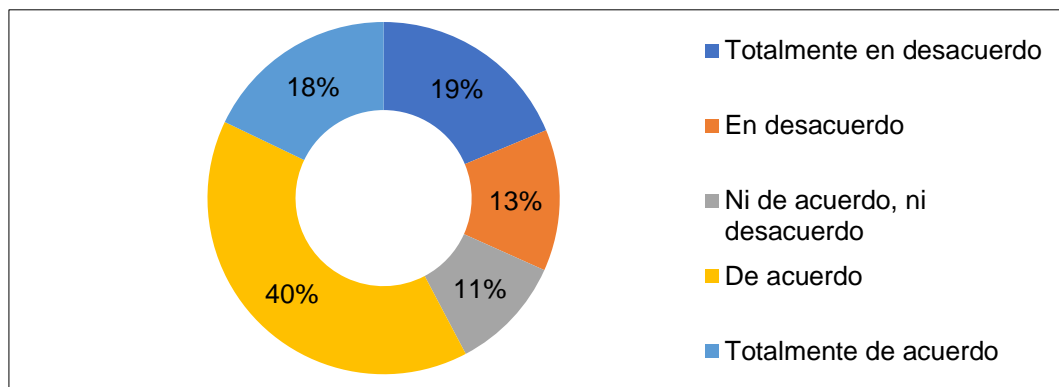


Figura No 1: Conocimiento del procedimiento de entrega de los estudiantes

Elaborado por: Investigador

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis e interpretación de resultados:

De acuerdo a los resultados representados en la Figura No 1, el 40% de los representantes conoce de forma parcial sobre el procedimiento de entrega de los estudiantes durante la salida, el 19% desconoce totalmente el proceso, el 18% lo conoce por completo, el 13% desconoce parcialmente el proceso y el 11% no está de acuerdo ni desacuerdo en conocerlo. Por lo tanto la mayor parte de los encuestados tiene conocimiento de cómo se lleva a cabo el proceso de entrega de los estudiantes.

- **Ítem 2:** Las medidas de seguridad tomadas por la institución durante la salida los estudiantes son las más adecuadas

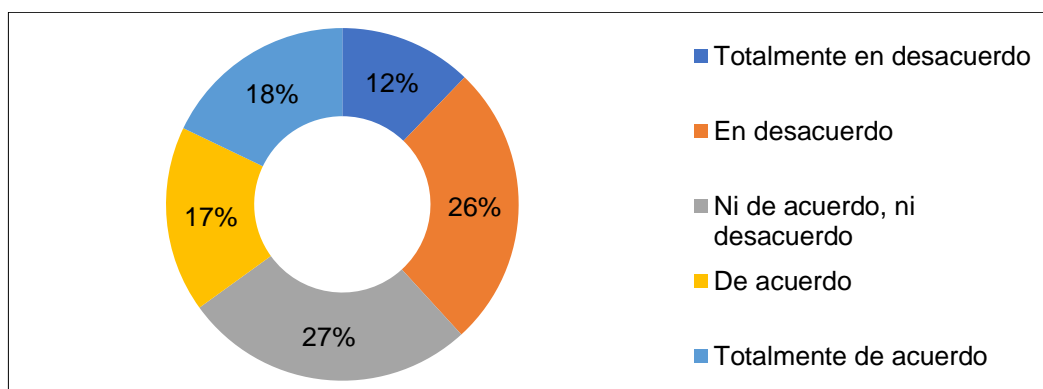


Figura No 2: Percepción del nivel de seguridad durante la salida

Elaborado por: Investigador

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis e interpretación de resultados:

De acuerdo a los resultados representados en la Figura No 2, el 27% de los representantes se muestra imparcial ante las medidas de seguridad, seguido del 26% que parcialmente no considera que sean las medidas más adecuadas, el 18% está totalmente de acuerdo con las medidas, el 17% considera que las medidas son parcialmente adecuadas y el 12% no está en absoluto de acuerdo. Se demuestra que existe desconfianza en las medidas de seguridad por parte de los padres de familia durante el proceso de salida de los estudiantes.

- **Ítem 3:** Las medidas de seguridad durante la salida podrían ser mejores.

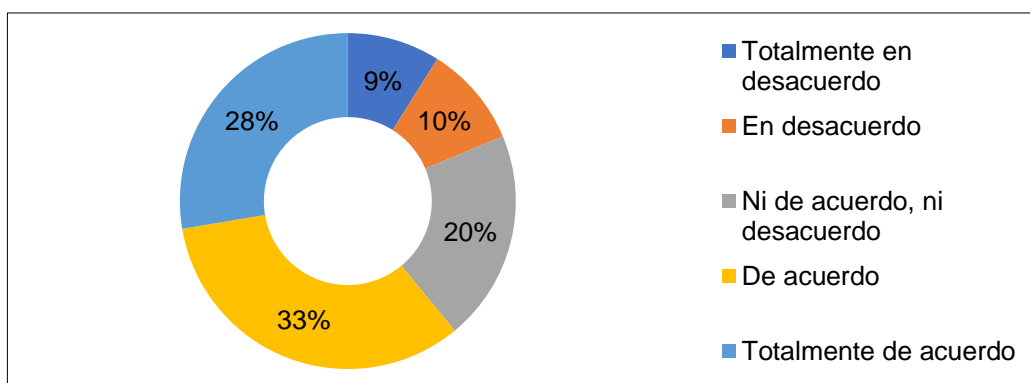


Figura No 3: Consideración en la mejora de medidas de seguridad

Elaborado por: Investigador

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis e interpretación de resultados:

De acuerdo a los resultados representados en la Figura No 3, el 33% de los representantes están parcialmente de acuerdo en que las medidas pueden mejorar, seguido del 28% que están totalmente de acuerdo con la mejora, mientras el 20% se muestra imparcial, el 10% no está parcialmente de acuerdo y el 9% está totalmente en desacuerdo. La mayor parte de los encuestados considera que las medidas de seguridad podrían ser mejoradas frente a las actuales.

- **Ítem 4:** Considera posible que un estudiante pueda ser entregado a alguien no autorizado.

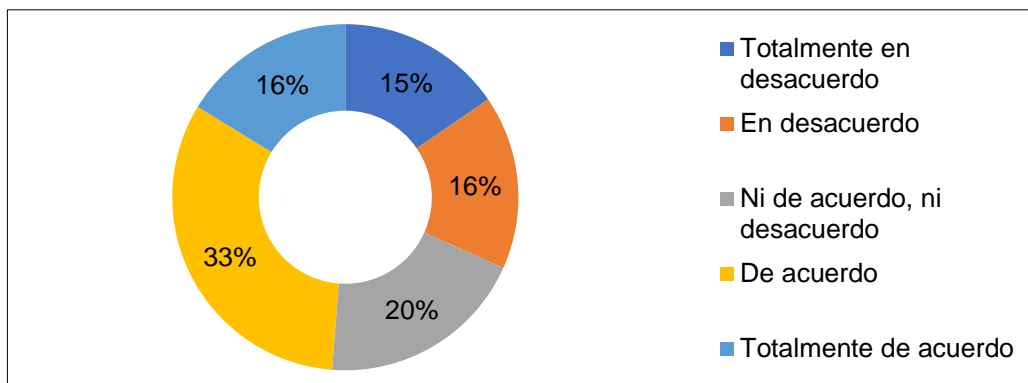


Figura No 4: Consideración de que los estudiantes sean retirados por una persona no autorizada

Elaborado por: Investigador

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis e interpretación de resultados:

De acuerdo a los resultados representados en la Figura No 4, el 33% de los representantes considera de forma parcial la posibilidad de que los estudiantes sean retirados por una persona no autorizada, el 20% se mantiene imparcial, mientras que un 16% considera que es totalmente posible así como otro 16% que no está de acuerdo parcialmente y un 15% que está totalmente en desacuerdo con dicha posibilidad. Cerca de la mitad de los encuestados consideran que existe un riesgo en la entrega de estudiantes a personas no autorizadas.

- **Ítem 5:** Tiene conocimiento sobre algún incidente que pudo haber sucedido durante la entrega de los estudiantes a sus representantes.

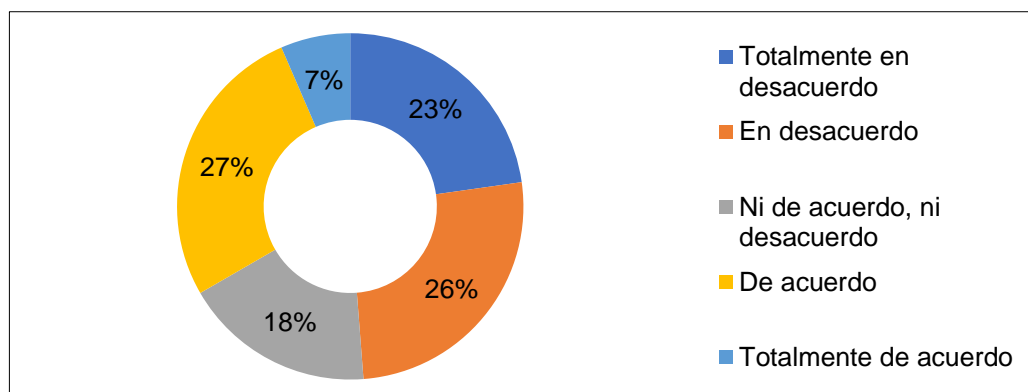


Figura No 5: Existencia de algún incidente durante la salida de los estudiantes

Elaborado por: Investigador

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis e interpretación de resultados:

De acuerdo a los resultados representados en la Figura No 5, el 27% de los representantes está parcialmente de acuerdo en conocer sobre algún incidente durante la entrega del estudiante en la salida, seguido del 26% que no está de acuerdo de forma parcial en conocer sobre algún caso, así como el 23% que está en total desacuerdo, mientras el 18% se mantiene imparcial y el 7% está totalmente de acuerdo. Cerca de la mitad de los encuestados no tienen conocimiento sobre algún incidente ocurrido durante la salida de los estudiantes.

- **Ítem 6:** Conoce en qué consiste la tecnología de reconocimiento facial.

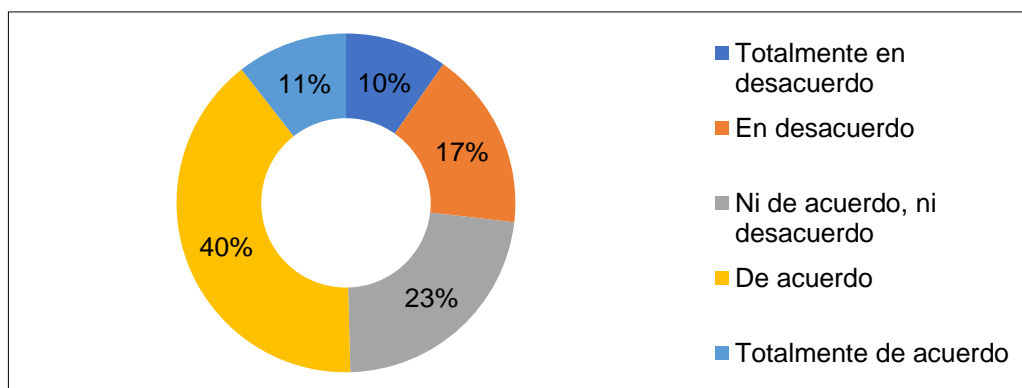


Figura No 6: Conocimiento sobre el reconocimiento facial

Elaborado por: Investigador

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis e interpretación de resultados:

De acuerdo a los resultados representados en la Figura No 6, el 40% de los representantes está parcialmente de acuerdo en conocer acerca del reconocimiento facial, mientras que el 23% se muestra imparcial, seguido del 17% que no está de acuerdo de forma parcial en conocerlo, así como 11% que está totalmente de acuerdo y el 10% que se encuentra en total desacuerdo. La mayor parte de los encuestados conoce acerca del funcionamiento de la tecnología de reconocimiento facial.

- **Ítem 7:** Conoce sobre un sistema que use reconocimiento facial para el control y seguridad de estudiantes.

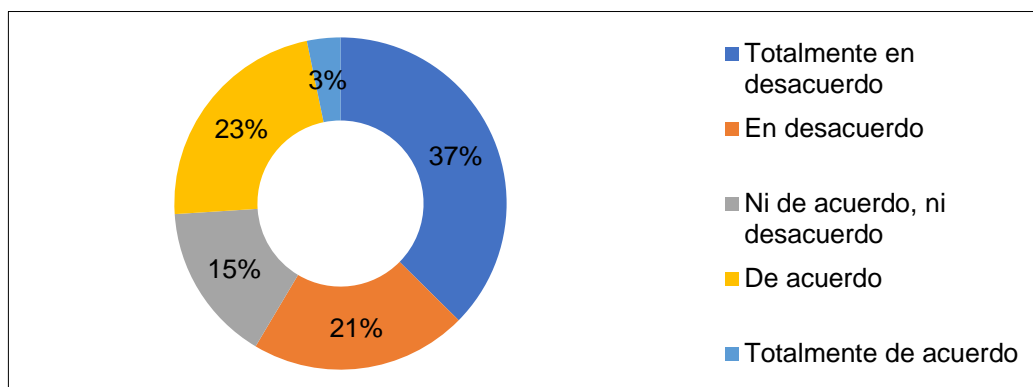


Figura No 7: El conocimiento sobre algún sistema con reconocimiento facial para la seguridad de los estudiantes

Elaborado por: Investigador

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis e interpretación de resultados:

De acuerdo a los resultados representados en la Figura No 7, el 37% de los representantes está totalmente en desacuerdo sobre conocer de algún sistema que use reconocimiento facial para la seguridad de los estudiantes, seguido del 23% que está de acuerdo parcialmente en conocer sobre un sistema similar, mientras el 21% no está parcialmente de acuerdo, así como el 15% que se muestra imparcial y el 3% que está totalmente de acuerdo. Más de la mitad de los encuestados desconocen sobre algún sistema que haga uso del reconocimiento facial aplicado en las instituciones para la seguridad de los estudiantes.

- **Ítem 8:** Considera que el uso de reconocimiento facial presentaría ventajas para la seguridad durante la entrega de los estudiantes a sus representantes.

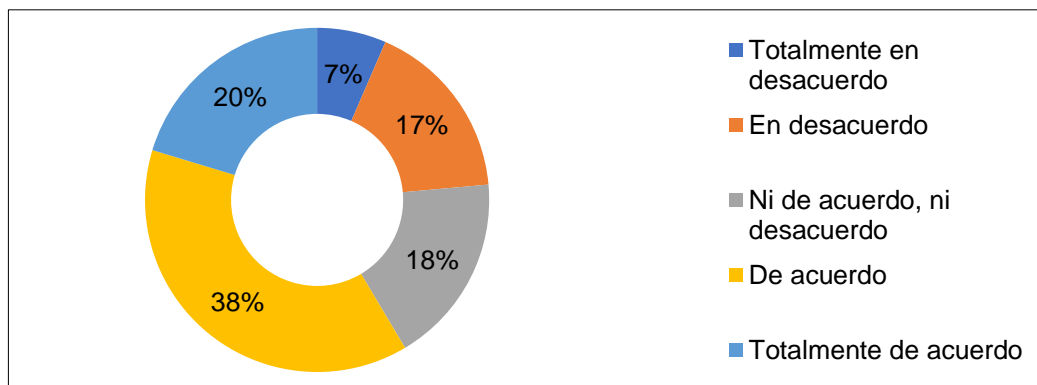


Figura No 8: Consideración sobre las ventajas del uso de reconocimiento facial

Elaborado por: Investigador

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis e interpretación de resultados:

De acuerdo a los resultados representados en la Figura No 8, el 38% de los representantes está parcialmente de acuerdo sobre la existencia de ventajas que presentaría el uso de reconocimiento facial para la seguridad de los estudiantes durante la salida, seguido del 20% que está totalmente de acuerdo, mientras que el 17% se muestra imparcial, el 17% no está de acuerdo de forma parcial y un 7% que está en total desacuerdo. Por lo tanto se muestra que en su mayor parte los representantes consideran que existirán ventajas en la seguridad con la aplicación de reconocimiento facial durante la salida de los estudiantes.

- **Ítem 9:** Está de acuerdo en que la institución guarde sus datos faciales mediante un video de su rostro, con el fin de garantizar una entrega segura de los estudiantes a sus representantes.

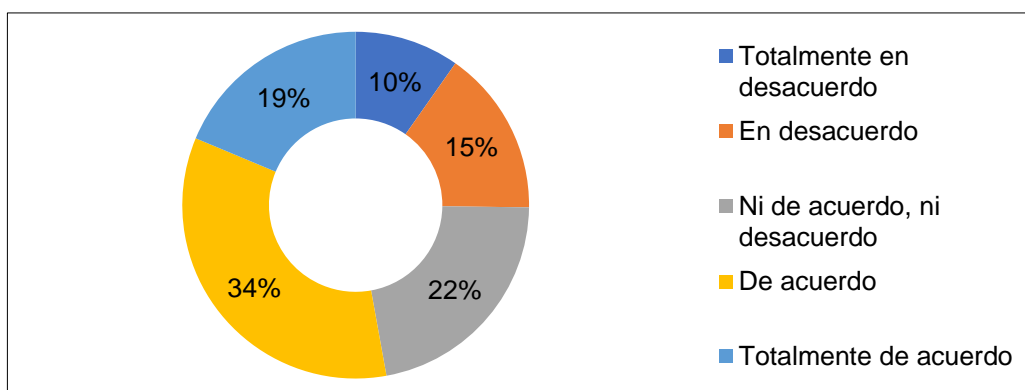


Figura No 9: Aceptación sobre guardar en la institución los datos faciales de los representantes

Elaborado por: Investigador

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis e interpretación de resultados:

De acuerdo a los resultados representados en la Figura No 9, el 34% de los representantes está parcialmente de acuerdo en que la institución guarde sus datos faciales, mientras el 22% que se muestra imparcial, seguido del 19% que está totalmente de acuerdo, por otro lado el 15% no está parcialmente de acuerdo así como el 10% que está en total desacuerdo. La mayor parte de los encuestados está dispuesto a otorgar sus datos faciales a la institución con el fin de mejorar la seguridad durante la salida de los estudiantes.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

2.2.4.1 Procesamiento y análisis de entrevistas.

De acuerdo con las entrevistas realizadas a las autoridades de la institución y docentes de educación inicial, se determinaron los siguientes aspectos relacionados al proceso de retiro de los estudiantes de educación inicial y la aplicación de reconocimiento facial:

- Las medidas de seguridad actuales tomadas por la institución durante la salida de los estudiantes no son adecuadas debido a que no existe un método o proceso de verificación confiable para identificar a los representantes o personas autorizadas a retirar a los estudiantes, como lo son: las fichas de datos de cada estudiante, el uso del carnet estudiantil o el envío de fotos por parte del representante a la docente para indicar que una persona tiene permiso de retirar al estudiante.
- La entrega de los estudiantes a sus representantes o personas autorizadas a retirarlos se realiza bajo la supervisión del docente, quien en función del conocimiento adquirido en convivencias, reuniones o tutorías, aprueba o deniega la entrega del estudiante. Lo que implica que ante un reemplazo inesperado del docente existan conflictos en reconocer a las personas que retiran a los estudiantes.

- Los registros que contienen información sobre los representantes y las personas autorizadas a retirar a los estudiantes se encuentran en una base de datos dentro del sistema Idukay administrado por la institución. Sin embargo dichos datos no se usan como método de identificación de las personas que retiran al estudiante durante la salida, debido a que conllevaría mucho tiempo comprobar la información de cada estudiantes con cada representante.
- La tecnología de reconocimiento facial tiene una acogida positiva por parte de la institución, así como su aplicación durante la salida de los estudiantes pues consideran que su aplicación es novedosa y útil al poder contar con un registro e identificación fiable de los representantes y estudiantes que son retirados.

2.2.4.2 Procesamiento y análisis de encuestas

De acuerdo con las encuestas aplicadas a los representantes y personas autorizadas a retirar a los estudiantes, se determinaron los siguientes aspectos relacionados al proceso de retiro de los estudiantes de educación inicial y la aplicación de reconocimiento facial:

- Se considera que con las actuales medidas de seguridad durante la salida, un estudiante pueda ser entregado a una persona que no está autorizada a retirarlo.
- Existe un alto nivel de aceptación sobre el uso de reconocimiento facial para la seguridad de los estudiantes durante la salida, debido a que se tiene conocimiento sobre su funcionamiento y finalidad.
- Los representantes y personas autorizadas a retirar a los estudiantes se muestran prestos a otorgar sus datos faciales y que sean almacenados en los sistemas de información de la institución, con el fin de que sean usados para mejorar la seguridad durante la salida de los estudiantes.

Se determina que los protocolos llevados a cabo por la institución no representan un método fiable para la identificación de personas autorizadas a retirar a los estudiantes. Ya que comprobar la información individual de cada ficha en cada retiro del estudiante resulta laborioso y conlleva un exceso de tiempo para el proceso. Así como el uso del carnet estudiantil como método de comprobación, debido a que puede ser falsificado

o sustraído. Del mismo modo el envío de una foto por parte del representante al docente para indicar que la persona en la foto tiene permiso de retirar al estudiante, ya que el dispositivo pudo haber sido sustraído y las indicaciones pudiesen no ser por parte del representante.

Los resultados obtenidos de las entrevistas y encuestas aplicadas permitirán obtener los requerimientos y funcionalidades necesarias para la implementación del sistema de reconocimiento facial dentro de la institución, tomando en cuenta el proceso llevado a cabo para la entrega de los estudiantes de educación inicial durante la salida, el cual es mostrado en la Figura No 10 .

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

Una vez definidos los requerimientos se establecieron las funcionalidades del sistema. Para ello se definen los procesos llevados a cabo por la institución durante la salida de los estudiantes de educación inicial, así como los análisis de: técnicas de reconocimiento facial, lenguajes de programación adecuados para el desarrollo del sistema y el hardware necesario para su implementación.

3.1.1 Procesos de control de entrega de estudiantes

Tras la aplicación de los instrumentos para la recolección de información se han podido determinar los distintos procesos que se llevan a cabo durante el retiro de los estudiantes en la salida de la institución por parte de sus representantes, lo que permitió una comprensión detallada de cada uno de los procesos y sus fases, así como los problemas de identificación de los representantes o personas autorizadas por parte de los docentes de educación inicial como se observa en la Figura No 10.

Actividades

El proceso de retiro de los estudiantes de educación inicial por parte de sus representantes inicia a las 12 am, donde cada representante o persona autorizada se acerca al aula donde se encuentre su representado, y a continuación el docente es quien determina si dicha persona tiene autorización para retirar al estudiante y aprueba la entrega. De no ser así, el docente le pide a la persona que no ha sido identificada sus datos personales para posteriormente otorgar esta información a secretaría, y que se comunique con el representante para verificar la información que la persona ha otorgado. Si no se llega a verificar la información, se le pide al representante que sea él mismo quien se acerque a la institución y retire al estudiante. Por otro lado, si al momento de la salida el estudiante no ha sido retirado se mantiene en el aula con la docente hasta las 2 pm, si hasta ese entonces aún no ha sido retirado, se le traslada a secretaría, y se procede a realizar una llamada telefónica al representante para solicitarle que venga a retirar al estudiante, si la llamada no fuese contestada, la secretaría se contactará con la DINAPEN y esperará la llegada de los funcionarios.

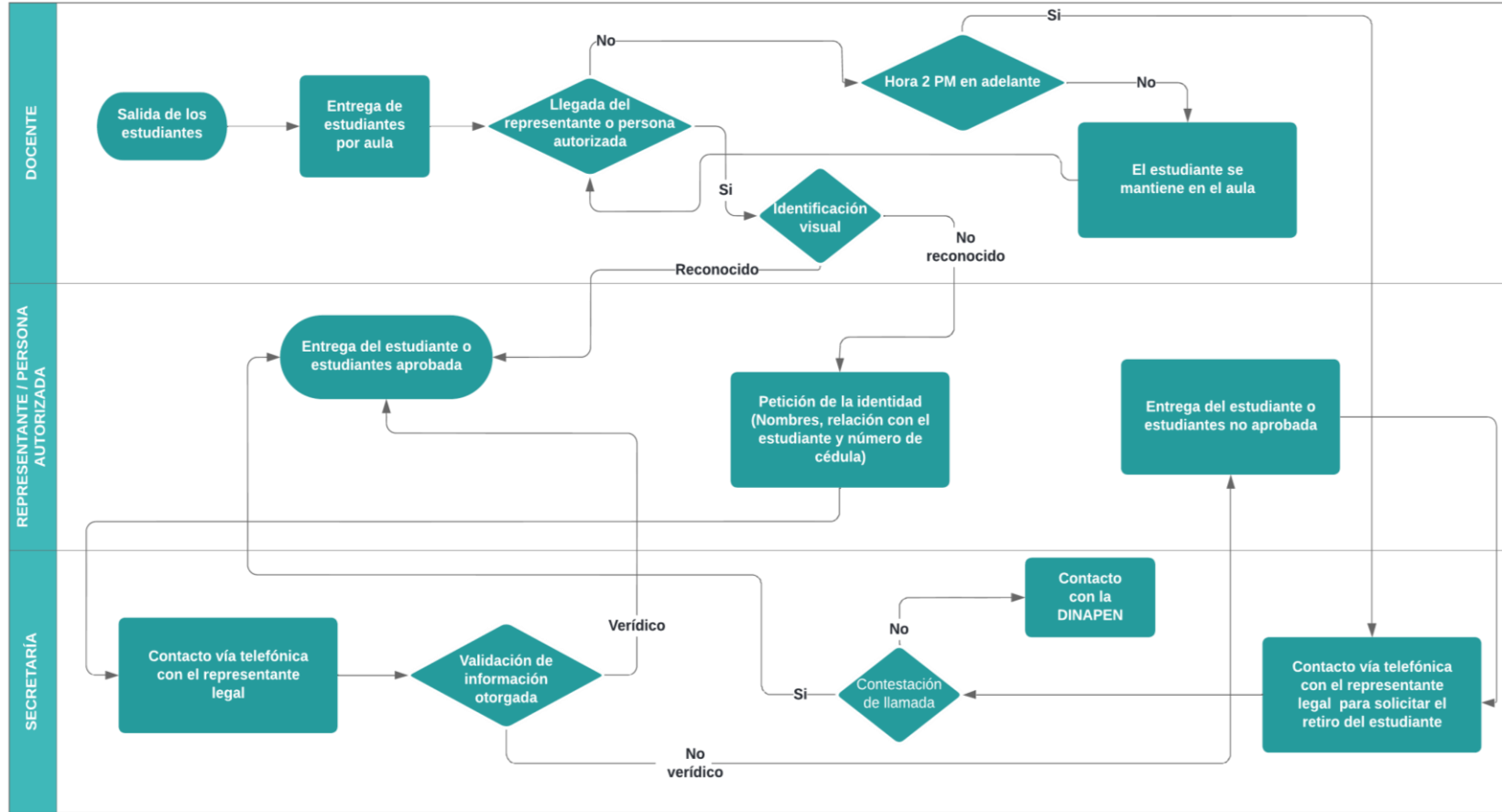


Figura No 10: Diagrama de proceso de control durante la salida de estudiantes

Elaborado por: Investigador

En la figura No 10 se muestra un diagrama que representa el proceso de entrega de los estudiantes a sus representantes o a las personas que está autorizadas a retirarlos, así como las acciones que la institución toma en los diversos casos que puedan llegar a presentarse.

3.1.2 Reconocimiento facial

Se realiza un análisis mediante definiciones y cuadros comparativos sobre las técnicas de reconocimiento facial, donde se toman en cuenta sus principales características basadas en los requerimientos del sistema.

3.1.2.1 Técnicas de reconocimiento facial

Las técnicas de reconocimiento facial que se analizaron fueron: *Eigen Faces* y las *Redes Neuronales*.

Eigen Faces

Eigen Faces o Caras Propias es un método que toma en cuenta las características principales de un rostro para extraer los principales componentes y más relevantes mientras que se descartan los demás. La técnica usa el vector propio y análisis de componentes principales (PCA), donde los vectores propios son calculados a partir de la matriz de covarianza con el fin de medir las distinciones entre diferentes rostros, a estos cálculos se los conocen como PCA [17]. PCA también reduce la dimensionalidad de un rostro facial para sólo tomar en cuenta los componentes más relevantes. Eigen Faces calcula sus resultados de acuerdo a las distancias que existen entre las características principales de los rostros como: punta de la nariz, esquinas de la boca, esquinas de los ojos y bordes de la barbilla [18].

El proceso llevado a cabo por Eigen Faces es el siguiente:

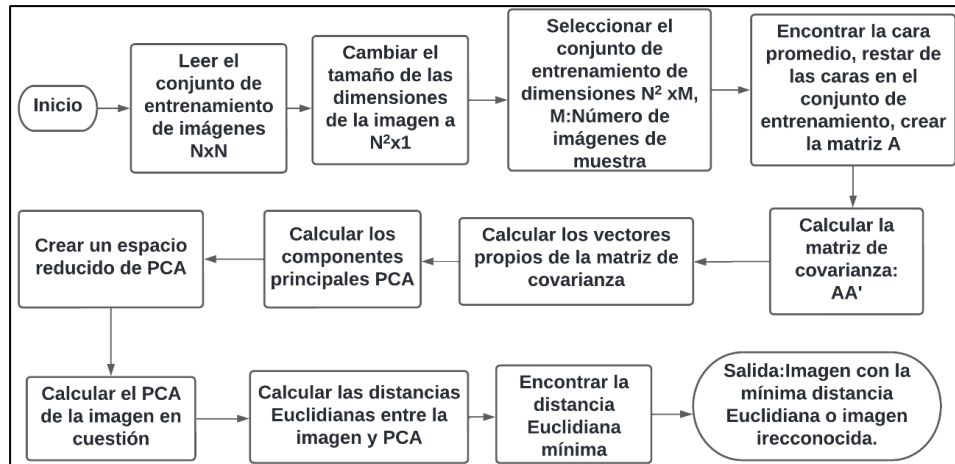


Figura No 11: Diagrama de procesos para el algoritmo de Eigen Faces

Fuente: [19]

En la Figura No 11 se muestra el proceso llevado a cabo por el algoritmo de Eigen Faces, desde la toma de las imágenes de los rostros, los ajustes que se realizan a las imágenes, la obtención de un rostro promedio, los cálculos del modelo matemático relacionados a la matriz de covarianza y los vectores propios, así como la aplicación de PCA y la obtención de un resultado que muestre la imagen con la mínima distancia euclidiana.

En [20] los autores realizaron experimentos con Eigen Faces para obtener su porcentaje de acierto mediante el entrenamiento y prueba del algoritmo original. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos con el entrenamiento de 40 personas diferentes con una cantidad de fotos total a 360.

Algoritmo	Caso							
	Peor		Promedio		Mejor		Media podada	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Original	202	56.11	219	60.83	233	64.72	226	62.78

Tabla No 5: Entrenamiento de Eigen Faces

Elaborado por: [20]

En la Tabla No 5 se muestra la prueba realizada con el algoritmo original de Eigen Face usando la base de datos de rostros ORL, donde se determinan: el peor caso, el promedio, el mejor y la media podada de los aciertos de detección de rostro, divididos

cada uno en dos columnas para la cantidad y el porcentaje de acierto que dicha cantidad representa del total de las 360 fotos faciales.

Redes neuronales

Una red neuronal se define como un conjunto de elementos, unidades o neuronas de procesamiento simples que se encuentran interconectados. La capacidad de procesamiento de una red neuronal se obtiene por los pesos calculados tras un proceso de adaptación o aprendizaje a partir de un conjunto de patrones de entrenamiento. Por lo tanto una red neuronal está compuesta por neuronas de procesamiento simples y es capaz de almacenar conocimiento basado en experiencias, el cual es adquirido por la red de su entorno mediante un proceso de aprendizaje donde los pesos sirven para almacenar el conocimiento adquirido [21]. Las redes neuronales son usadas en campos como el reconocimiento de patrones, procesamiento de imágenes, diagnósticos, predictores de modelos dinámicos no lineales y clasificadores de patrones de evaluación: Por lo que se han sugerido como una técnica para el reconocimiento facial, donde en lugar de requerir de un modelo matemático preciso para el proceso sólo se requieren datos de entrenamiento representativos, ya que la naturaleza del problema implica cambios en las variables, es decir los rostros, iluminación, entre otros. Por lo tanto un conjunto de datos aproximados es suficiente [22]. El proceso para el reconocimiento facial con redes neuronales es el que se muestra a continuación:

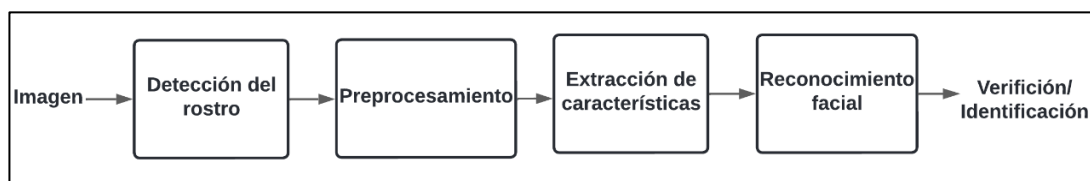


Figura No 12: Estructura de reconocimiento facial con redes neuronales

Fuente: [22]

En la Figura No 12 se muestra el proceso llevado a cabo por una red neuronal para el reconocimiento de rostros, desde la detección del rostro dentro de una imagen dada, el preprocesamiento para el tratamiento de la imagen, la extracción de características propias de cada imagen y finalmente el reconocimiento facial que identifica un rostro y se asocia al que mayor porcentaje de semejanza posea dentro del conjunto de datos.

Cuadro comparativo de las técnicas de reconocimiento facial:

Requerimientos	Técnicas	
	Eigen Faces	Redes neuronales
Tasa de reconocimiento	Según la experimentación del modelo Eigen Faces, usando el algoritmo original para el reconocimiento automático de rostros, se obtuvo un 60.83% de aciertos en promedio, con un total de 40 personas y 360 fotos de sus rostros [20].	De acuerdo a las pruebas empíricas realizadas en el presente trabajo de investigación, se evidencia que la tasa de reconocimiento es del 100%.
Coste computacional	Para que el modelo reconozca un rostro requiere medir la distancia del subespacio lineal de cada rostro, lo que mejora el reconocimiento, sin embargo dicho cálculo es computacionalmente costoso [23].	De acuerdo al desarrollo de la red neuronal dentro del presente trabajo de investigación, se evidenció que el proceso de entrenamiento conlleva un coste computacional alto, sin embargo, durante la clasificación de los rostros el coste computacional es bajo.
Detección en tiempo real	En [24] para la creación de un sistema de reconocimiento facial en tiempo real se usa la biblioteca de Open CV, la cual permite detectar hasta cuatro rostros de forma simultánea.	De acuerdo a las pruebas empíricas realizadas en el presente trabajo de investigación, se evidencia que la red neuronal cumple con el requisito de la detección de rostros en tiempo real.
Tolerancia a cambios de iluminación	En [23] se realizó un experimento con la base de datos faciales del laboratorio de robótica de Harvard, donde se varió la iluminación y se obtuvo entre el 31.1% y 47.7% de error con dos diferentes subconjuntos de imágenes.	De acuerdo a las pruebas empíricas realizadas en el presente trabajo de investigación, se evidencia que la detección de rostros frente a cambios de iluminación es del 100%.

Cambios en el rostro	En [23] también se usó la base de datos faciales de Yale donde existen variaciones en la expresión facial y se obtuvo entre el 52.9% y 75.4% de error con tres diferentes subconjuntos de imágenes.	De acuerdo a las pruebas empíricas realizadas en el presente trabajo de investigación, se evidencia que la detección de rostros frente a cambios de expresiones faciales es del 100%.
Precisión	De acuerdo a la investigación de los diferentes artículos donde se usa Eigen Faces, se observa que su precisión está altamente condicionada a los cambios de luz y de expresiones faciales, por lo que se considera tener una precisión de mediano rendimiento.	De acuerdo a las pruebas realizadas de la red neuronal en el presente trabajo de investigación, se evidencia que tiene una alta precisión, aún en condiciones variantes como los cambios de luz y diferentes expresiones faciales.

Tabla No 6: Comparación entre las técnicas de reconocimiento facial

Elaborado por: Investigador

En la tabla No 6 se realiza una comparación entre las técnicas de reconocimiento facial Eigen Faces y las Redes Neuronales, donde se toman en cuenta parámetros como: Tasa de reconocimiento, coste computacional, detección en tiempo real, tolerancia a cambios de iluminación, cambios en el rostro y la precisión de cada técnica.

De acuerdo con el análisis comparativo del cuadro de técnicas de reconocimiento facial, se evidencia que la técnica de redes neuronales se adapta a los requerimientos del sistema, debido a la alta precisión de reconocimiento que presenta tras el entrenamiento del algoritmo, así como la capacidad de detección e identificación de rostros en tiempo real frente a cambios de iluminación e incluso cambios en el rostro. Los resultados obtenidos con el uso de redes neuronales están basados en la implementación de la red neuronal de transferencia de aprendizaje Alexnet, mediante el entrenamiento y testeo desarrollado por el investigador. Por lo tanto, la red neuronal Alexnet es la técnica más apropiada para implementar en el contexto actual por lo que se investigó a mayor profundidad sobre su funcionamiento.

Alexnet

Alexnet es una red neuronal convolucional pre entrenada con un total de 25 capas, de las cuales las 3 últimas están destinadas para usarse en nuevas tareas de clasificación de imágenes. Las primeras capas son para agrupación (Pooling), funciones de transferencia RELU (Transfer function), abandono (Dropout), umbral (Threshold) y agrupación máxima (Max Pooling) el cual sirve para ajustar el tamaño de la imagen. Las funciones de las primeras capas permiten optimizar los cálculos realizados en el sistema, y sus parámetros evitan el sobre entrenamiento (Overfitting) [25]. Las últimas tres capas están compuestas de:

- Capa completamente conectada (Fully connected layer).

Es uno de los módulos más usados en las redes neuronales convolucionales (CNN), pero puede causar sobre entrenamiento en los modelos de CNN tradicionales, sin embargo ofrece ventajas cuando se trata de un modelo de transferencia de aprendizaje al usar un modelo previamente entrenado e ir actualizando sus pesos basándose en los datos nuevos o entrantes, como se ha demostrado en Alexnet al ocupar el primer puesto en el desafío de reconocimiento visual a gran escala de ImageNet 2012 [26]. Una capa completamente conectada se representa de la siguiente manera:

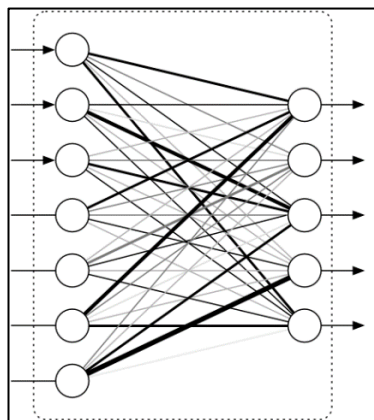


Figura No 13: Visualización de una capa completamente conectada

Fuente: [27]

La Figura No 13 representa una capa completamente conectada, debido a que cada nodo de cada capa está conectado con todos los nodos de la otra capa.

- Capa Softmax.

Corresponde a una función $sm: \mathbb{R}^K \rightarrow \mathbb{R}^K$ definida por la fórmula:

$$sm(\mathbf{z})_i = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^K e^{z_j}} \text{ para } i = 1, \dots, K \text{ y } \mathbf{z} = (z_1, \dots, z_K) \in \mathbb{R}^K$$

Consiste en aplicar la función exponencial a cada elemento z_i del vector \mathbf{z} , y normalizar el resultado dividiéndolo por la sumatoria de los exponenciales, de manera que la normalización da como resultado un vector con elementos que sumados dan como resultado 1 [28].

- Capa de salida de clasificación.

La capa de clasificación calcula la pérdida de entropía cruzada, para la estimación de probabilidades, el aprendizaje por refuerzo y optimización [29].

3.1.2.2 Lenguajes de programación

Java

Corresponde a un lenguaje de programación orientado a objetos y que se ejecuta en su propia máquina virtual. Entre sus principales características se encuentran: encapsulación, herencia, polimorfismo, auto gestión de la memoria y excepciones, cuenta también con múltiples bibliotecas para el desarrollo de interfaces, conectividad, funciones matemáticas y multimedia [30].

Matlab

Proviene de la abreviación de Matrix Laboratory y es un lenguaje enfocado a cálculos numéricos, operaciones con caracteres y manipulación de archivos. La principal ventaja de Matlab es la facilidad que presenta al trabajar con vectores y matrices, donde incluso operaciones como la suma, multiplicación y potencia son realizadas con matrices. Matlab también permite crear sus propias funciones mediante las librerías de control de Toolbox [31].

Python

Es un lenguaje de programación orientado a objetos de alto nivel que se caracteriza por ser expresivo, compacto y legible. Su ejecución se realiza mediante un intérprete y no directamente sobre la computadora, por lo que sus instrucciones se compilan en pseudo código. Su entorno de ejecución permite detectar muchos errores que no son detectados durante la compilación, por lo que su manejo de excepciones es muy útil para detectarlos y corregirlos [32].

Cuadro comparativo de los lenguajes de programación para el desarrollo de sistemas de reconocimiento facial:

REQUERIMIENTOS	LENGUAJES		
	Java	Matlab	Python
Librerías de reconocimiento facial	Cuenta con la librería de visión artificial abierta OpenCV [33].	Según la documentación de Matlab, posee diferentes herramientas de para el reconocimiento facial: Image Processing Toolbox [34] y AlexNet [35].	Cuenta con la librería de visión artificial OpenCV [36] y Matplotlib [37].
Documentación	Documentación oficial de Oracle [38].	Documentación oficial de MathWorks (Ejemplos, funciones, apps) [39].	Documentación oficial de Python.org (Versiones, configuración, librerías) [40].
Curva de aprendizaje	Según encuestas a programadores se determinó que la	De acuerdo al aprendizaje empírico	Según encuestas a programadores se determinó

	curva de aprendizaje de Java es media [41].	realizado por el investigador se evidenció que la curva de aprendizaje de Matlab es baja.	que la curva de aprendizaje es baja [41].
Portabilidad	Cuenta con Java Virtual Machine (JVM), por lo que su portabilidad es alta [42].	Matlab cuenta con una portabilidad limitada ya que se usa para fines específicos [43].	En [44] se determina que Python cuenta con una alta portabilidad en diferentes arquitecturas de sistemas.
Multiplataforma	Es un lenguaje que puede ser compilado en diferentes plataformas [45].	Es capaz de ser compilado en diferentes plataformas [46].	Es capaz de ejecutarse en diferentes plataformas [47].
Tipo	Es un lenguaje orientado a Objetos [30].	Es un lenguaje con el propósito de cómputo de numéricos, Inteligencia Artificial y Machine Learning [39].	Es un lenguaje multipropósito (Programación Orientada a Objetos, Inteligencia Artificial y Machine Learning) [40].

Tabla No 7: Comparación entre los lenguajes de programación orientados al reconocimiento facial

Elaborado por: Investigador

En la tabla No 7 se realiza una comparación entre los lenguajes de programación Java, Matlab y Python, donde se toman en cuenta los principales parámetros para el desarrollo del sistema como: Librerías de reconocimiento facial, documentación, curva de aprendizaje, portabilidad, multiplataforma, y el tipo de lenguaje.

De acuerdo con el análisis comparativo del cuadro de lenguajes de programación, se ha seleccionado Matlab como lenguaje para el desarrollo del proyecto debido a las prestaciones orientadas a la visión artificial, como las librerías de reconocimiento facial, IA y ML, así como su ejecución en multiplataforma.

3.1.2.3 Placas de desarrollo

Arduino Uno R3

Corresponde a una la placa electrónica de hardware libre para codificación, se puede ensamblar manualmente con distintos componentes o adquirirla de manera preensamblada. Está diseñada para crear proyectos electrónicos mediante su microcontrolador integrado donde se ejecuta el software desarrollado en el lenguaje propio de Arduino [48].

Raspberry Pi 4

Son ordenadores de tamaño compacto con medidas similares a una tarjeta de crédito, completamente funcionales ya que cuentan un procesador propio, memoria RAM y un chip o tarjeta gráfica dedicada. La Raspberry es capaz de ejecutar distintos sistemas operativos Linux e incluso la versión de Windows 10, por lo que permite ejecutar código de distintos lenguajes de programación [49].

Intel Galileo

Intel Galileo es una placa electrónica que contiene su propio microprocesador y además cuenta con compatibilidad para las librerías de Arduino. Intel posee su propia interfaz de desarrollo libre para su infraestructura x86 multiplataforma. También permite instalar un sistema operativo Linux mediante la ranura para tarjetas microSD. Además sus repositorios se encuentran en internet para que de esta manera la placa sea modificable y se adapte a las necesidades de cada usuario [50].

Cuadro comparativo de placas de desarrollo:

REQUERIMIENTOS	PLACAS		
	Arduino Uno R3	Raspberry Pi 4	Intel Galileo Gen 2
Voltaje	5 V [51].	5 V [52].	5 V [53].
Memoria	Interna 32KB Flash y 2KB RAM [51].	Interna 4GB/ 8GB [52].	Interna 512 Kb SRAM [53].
Almacenamiento	Por separado (Micro SD hasta 32GB) [51].	Micro SD hasta 128GB [52].	Micro SD hasta 32GB [53].
Pines E/S	14 [51].	40 [52].	14 [53].
Puertos	1 USB [51].	2 Micro HDMI 4 USB CSI(cámara Raspberry Pi) Audio Jack [52].	2 USB JTAG [53].
Conectividad	Por separado (Wifi, Ethernet, Bluetooth) [51].	Bluetooth 5.0, Wi-Fi 802.11ac, Gigabit Ethernet [52].	Entrada de Ethernet [53]
Velocidad de reloj	16 MHz [51].	1.5 GHz [52].	400 MHz [53].
Lenguajes de programación	Arduino Adaptación C++ [51].	Cualquiera al soportar diferentes plataformas [52].	Cualquiera al soportar sistemas operativos basados en Linux [53].

Sistema Operativo	No soportado [51].	Linux, Windows 10 para IOT [52].	Linux [53].
-------------------	--------------------	----------------------------------	-------------

Tabla No 8: Comparación entre las placas de desarrollo
Elaborado por: Investigador

En la tabla No 8 se realiza una comparación entre las placas de desarrollo de Arduino, Raspberry y Galileo, donde se toman en cuenta los parámetros necesarios para la implementación del sistema como: Voltaje, memoria, almacenamiento, pines de entrada/salida, puertos, conectividad, velocidad de reloj, lenguajes de programación y sistemas operativos soportados.

De acuerdo con el análisis comparativo del cuadro las principales placas de desarrollo, se ha escogido la Raspberry Pi 4 debido a la capacidad de procesamiento y almacenamiento, así como la variedad en cuanto a conectividad y ejecución en múltiples plataformas y lenguajes.

3.1.2.4 Cámara web para reconocimiento facial

Para el presente proyecto se utilizó una cámara web de la marca Logitech, modelo C920e, que cumple con las siguientes características:

- Resolución de video Full HD: 1080p/30fps (1920x1080).
- Megapíxeles: 3mpx.
- Enfoque automático.
- Campo visual: 78°.
- Corrección de iluminación automática

Debido a que las especificaciones con las que cuenta la webcam se adaptan a los propósitos y presupuesto del proyecto, como lo son la resolución de imagen y cuadros por segundos así como el enfoque automático que proporciona una ventaja al momento de capturar el rostro de la persona y finalmente la opción para la corrección automática de iluminación, que se ajusta a las diferentes condiciones de luz para obtener imágenes

claras y con un contraste correcto aún si se trata de un entorno oscuro, se escogió como la adecuada para la obtención de los datos faciales y el posterior armado del data set.

3.1.3 Metodologías ágiles de desarrollo

Para el presente proyecto se escogió una metodología ágil con la finalidad de agilizar el tiempo de desarrollo y garantizar la eficiencia de los recursos, así como controlar el proceso para que resulte menos complejo y sea capaz de responder oportunamente a los cambios que surjan durante el desarrollo. La manera en que se determinó la metodología de trabajo fue mediante la comparación entre tres de las principales metodologías de desarrollo tomando en cuenta los requerimientos del proyecto.

3.1.3.1 SCRUM

Scrum tiene un enfoque basado en las iteraciones para obtener una predictibilidad óptima durante en avance del proyecto, asume y controla los riesgos mientras realiza entregables. Divide el trabajo en bloques para que sean llevados a cabo en periodos de tiempo entre una a cuatro semanas mediante el equipo de desarrollo de Scrum: Scrum master, Product Owner, Users, Stakeholders y Team members [54].

3.1.3.2 KANBAN

Kanban tiene como objetivo gestionar de forma general la manera en que se completan las tareas del proyecto, interpretando un recuadro que contiene los estados de las actividades a realizarse y que son movidas de un lugar a otro de acuerdo a un flujo de trabajo establecido, de esta manera el equipo de trabajo puede observar cuáles son las tareas que presentan inconvenientes o atrasos y enfocarse para darles solución y evitar el acumulamiento de tareas [55].

3.1.3.3 XP

Extreme Programming se basa en un conjunto de reglas ampliamente usadas en el desarrollo de software y que son ejecutadas de manera que crean un proceso ágil. XP da importancia a tareas con más valor mientras que se apartan del procedimiento las que afecten al proyecto. Existen cuatro categorías que engloban el marco de trabajo de

XP: Retroalimentación, Proceso continuo, Entendimiento compartido y Bienestar del programador [54].

Cuadro comparativo de metodologías ágiles de desarrollo

REQUERIMIENTOS	METODOLOGÍAS		
	SCRUM	KANBAN	XP
Tamaño del proyecto	Pequeño, mediano, grande [54].	Pequeño, mediano [55].	Pequeño, mediano [54].
Tamaño del equipo	Pequeño [54].	Pequeño [55].	Pequeño [54].
Equipo de trabajo	Scrum master, Product Owner, Users, Stakeholders y Team members [54].	No se aplica [55].	Cliente, Programadores, Testers, Manager [54].
Número de miembros	De 3 a 9 miembros [54].	No se aplica [55].	Individual o parejas [54].
Interacción con el cliente	Alta [54].	Baja [55].	Alta [54].
Orientación de proyectos	Organización y de gestión [54].	De gestión [54].	Desarrollo de software [54].
Iteraciones	1 semana a 1 mes [54].	Flujo continuo [55].	1 semana a 3 semanas [54].
Marco de trabajo	Planificación del Sprint, Etapa de desarrollo, Revisión del Sprint, Retroalimentación [54].	Petición de tareas, Selección de tareas, Desarrollo, Pruebas, Finalizado [55].	Planificación, Diseño, Codificación, Pruebas y Lanzamiento [54].

Artefactos	Product Backlog, Sprint Backlog, Gráfica burndown [54].	Tablero o tarjetas Kanban [55].	Historias de usuario, tarjetas CRC, pruebas unitarias, de integración y aceptación [54].
------------	--	---------------------------------------	---

Tabla No 9: Comparación entre las metodologías ágiles de desarrollo

Elaborado por: Investigador

En la tabla No 9 se realiza una comparación entre las metodologías de desarrollo ágil Scrum, Kanban y XP, donde se toman en cuenta parámetros para la ejecución y desarrollo del sistema como: Tamaño del proyecto, tamaño del equipo, equipo de trabajo, número de miembros, interacción con el cliente, orientación de proyectos, iteraciones, marco de trabajo y artefactos usados.

De acuerdo con el análisis comparativo del cuadro de las metodologías de desarrollo, se ha seleccionado XP debido a que se adapta con los requerimientos del proyecto como: el tamaño de proyecto, un pequeño equipo de desarrollo, el nivel de acercamiento y comunicación con el cliente y las distintas herramientas que permiten desarrollar, probar y ejecutar cada fase del desarrollo del proyecto.

3.2 Desarrollo de la propuesta

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizó la metodología XP y sus fases: Planificación, diseño, codificación, pruebas y lanzamiento.

3.2.1 Fase de planificación

3.2.1.1 Levantamiento de la información

Tras la aplicación de las entrevistas a las autoridades y docentes de la institución así como la encuesta realizada a los representantes, se determinó que se requiere implementar un proceso seguro durante la entrega de los estudiantes a sus representantes durante la salida.

Por lo tanto es necesario desarrollar un sistema informático que identifique de forma fiable mediante reconocimiento facial la identidad de la persona que retira al estudiante, para comprobar si está autorizada a hacerlo.

3.2.1.2 Roles de proyecto

De acuerdo a la metodología XP se establecen los siguientes roles para el proyecto y las personas asignadas:

Nombres	Rol	Función
Christian Calo	Desarrollador	Análisis, diseño, desarrollo, pruebas e implementación del sistema.
Secretaria, docentes y representantes	Cliente y tester	Definir los objetivos del proyecto y realizar pruebas del sistema
Ing. Rubén Nogales	Entrenador y tester	Revisión de los avances y realizar pruebas del sistema

Tabla No 10: Definición de roles del proyecto

Elaborado por: Investigador

La tabla No 10 muestra a las personas asociadas con sus respectivos roles durante el desarrollo del proyecto.

La planeación del proyecto se elaboró mediante tarjetas de usuario con el objetivo de identificar y establecer las funcionalidades del sistema a implementar, en donde también se indica la iteración en la que será desarrollada.

3.2.1.3 Historias de usuario

Las historias de usuario consisten en una descripción general sobre la función del software desde el punto de vista del usuario o cliente que expresan el resultado deseado. La escala de valoración para la complejidad de cada historia está dada por puntos de estimación en una escala de Likert donde:

1 = Fácil

2 = Medio

3 = Complejo

El modelo utilizado para la elaboración de las historias de usuario es el que se muestra en la siguiente tabla:

Historia de usuario	
Número:	Usuario:
Nombre de la historia:	
Prioridad en negocio:	Riesgo en desarrollo:
Puntos estimados:	Iteración asignada:
Programador responsable:	
Descripción:	
Validación:	

Tabla No 11: Modelo de historias de usuario

Elaborado por: Investigador

Las historias de usuario elaboradas para el presente proyecto se detallan a continuación.

Historia de usuario	
Número: 1	Usuario: Docente, Secretaria
Nombre de la historia: Ingreso al sistema	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Investigador	
Descripción: Los docentes y secretaria pueden ingresar al sistema de acuerdo a su credencial asignada.	
Validación: El usuario con el que se acceda debe estar registrado en la base de datos.	

Tabla No 12: Ingreso al sistema

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 12 muestra la historia de usuario número 1 donde se define el ingreso al sistema.

Historia de usuario	
Número: 2	Usuario: Docente, Secretaria
Nombre de la historia: Registro de estudiantes	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Investigador	
Descripción: Los docentes y secretaria pueden registrar a un estudiante y sus datos personales.	
Validación: El estudiante registrado debe constar en el listado del curso al que pertenece.	

Tabla No 13: Registro de estudiantes

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 13 muestra la historia de usuario número 2 donde se define el registro de estudiantes.

Historia de usuario	
Número: 3	Usuario: Docente, Secretaria, Representantes
Nombre de la historia: Registro de representantes	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Investigador	
Descripción: Los docentes y secretaria pueden registrar a un representante y sus datos personales por cada estudiante.	
Validación: El representante registrado debe indicar cuál es el estudiante o estudiantes a su cargo.	

Tabla No 14: Registro de representantes

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 14 muestra la historia de usuario número 3 donde se define el registro de los representantes.

Historia de usuario	
Número: 4	Usuario: Docente, Secretaria, Representantes
Nombre de la historia: Toma de datos faciales de los representantes	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Investigador	
Descripción: Los docentes y secretaria pueden tomar mediante un video los datos faciales de los representantes previamente registrados.	
Validación: La cantidad de datos faciales tomados a cada representante debe ser la misma para todos.	

Tabla No 15: Toma de datos faciales de los representantes

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 15 muestra la historia de usuario número 4 donde se define la forma para la toma los datos faciales de los representantes.

Historia de usuario	
Número: 5	Usuario: Docente, Secretaria, Representantes
Nombre de la historia: Registro de personas autorizadas a retirar a los estudiantes	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Investigador	
Descripción: Los docentes y secretaria pueden registrar hasta tres personas (aparte del representante) que estén autorizadas a retirar a cada estudiante.	
Validación: Las personas autorizadas registradas deben indicar cuál es el estudiante o estudiantes a quien tienen permitido retirar.	

Tabla No 16: Registro de personas autorizadas a retirar a los estudiantes

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 16 muestra la historia de usuario número 5 donde se define el registro de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes.

Historia de usuario	
Número: 6	Usuario: Docente, Secretaria, Representantes
Nombre de la historia: Toma de datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Investigador	
Descripción: Los docentes y secretaria pueden tomar mediante un video los datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes, previamente registradas.	
Validación: La cantidad de datos faciales tomados a cada persona autorizada a retirar a los estudiantes debe ser la misma para todos.	

Tabla No 17: Toma de datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 17 muestra la historia de usuario número 6 donde se define la forma para la toma los datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes.

Historia de usuario	
Número: 7	Usuario: Docente, Secretaria, Representante
Nombre de la historia: Identificación confiable de la persona que retira al estudiante	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 3
Programador responsable: Investigador	
Descripción: La persona que retira al estudiante debe ser identificada de forma correcta para determinar a qué estudiante o estudiantes tiene permiso de retirar.	
Validación: La identificación de la persona debe tener un alto nivel de exactitud y confianza.	

Tabla No 18: Identificación confiable de la persona que retira al estudiante

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 18 muestra la historia de usuario número 7 donde se define que la identificación, ya sea un representante o una persona autorizada, tenga un nivel alto de exactitud y confianza.

Historia de usuario	
Número: 8	Usuario: Docente, Secretaria, Representante
Nombre de la historia: Webcam para el reconocimiento	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 3
Programador responsable: Investigador	
Descripción: La webcam detecta automáticamente el rostro de la persona que se acerca a retirar al estudiante	
Validación: La webcam debe funcionar dentro de la red de la institución.	

Tabla No 19: Webcam para el reconocimiento

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 19 muestra la historia de usuario número 8 donde se define que la webcam debe reconocer de forma automática el rostro de la persona que retira al estudiante además de funcionar en la red de la institución.

Historia de usuario	
Número: 9	Usuario: Docente
Nombre de la historia: Notificación sobre la identificación de la persona que retira al estudiante	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 4
Programador responsable: Investigador	
Descripción: Los docentes observarán en una pantalla la identificación de la persona que pretende retirar al estudiante y se indicará a qué estudiantes tiene permiso de retirar o si se trata de una persona que no está registrada. La pantalla táctil permitirá al docente deslizar hacia abajo la lista de registros con el fin de llevar a cabo una entrega ordenada de los estudiantes a sus representantes o personas autorizadas.	
Validación: La identificación que se muestre en la pantalla debe ser precisa y en tiempo real	

Tabla No 20: Notificación sobre la identificación de la persona que retira al estudiante

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 20 muestra la historia de usuario número 9 donde se define el funcionamiento de la notificación que puede observar el docente, donde se observa la identificación de la persona que retira al estudiante y a qué estudiante o estudiantes tiene permiso de retirar.

Historia de usuario	
Número: 10	Usuario: Docente, Secretaria
Nombre de la historia: Registro de retiros realizados	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 4
Programador responsable: Investigador	
Descripción: El sistema registrará la identidad de la persona y a qué estudiante o estudiantes retiró de forma automática.	
Validación: Los registros se realizarán de forma diaria durante la salida de los estudiantes.	

Tabla No 21: Registro de retiros realizados

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 21 muestra la historia de usuario número 10 donde se define el registro automático de los retiros realizados durante la salida de los estudiantes.

3.2.1.4 Estimación de historias de usuario

La estimación del tiempo para las historias de usuario se basa en realizar 5 horas de trabajo al día, es decir 25 horas a la semana dedicadas al desarrollo del sistema.

Nº	Historia de usuario	Tiempo estimado		
		Semanas	Días	Horas
1	Ingreso al sistema	0.2	1	5
2	Registro de estudiantes	0.4	2	10
3	Registro de representantes	0.4	2	10
4	Toma de datos faciales de los representantes	0.6	3	15
5	Registro de personas autorizadas a retirar a los estudiantes	0.4	2	10
6	Toma de datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes	0.6	3	15

7	Identificación confiable de la persona que retira al estudiante	1.4	7	35
8	Webcam para el reconocimiento	0.6	3	15
9	Notificación sobre la identificación de la persona que retira al estudiante	0.8	4	20
10	Registro de retiros realizados	0.4	2	10
Tiempo estimado		5.8	27	145

Tabla No 22: Estimación de historias de usuario

Elaborado por: Investigador

La tabla No 22 muestra la estimación para el desarrollo del proyecto donde se contemplan las historias de usuario, y el tiempo que toma en horas, días y semanas, dando como resultado alrededor de 6 semanas.

3.2.1.5 Plan de entregas

Tras haber realizado la estimación del tiempo para las historias de usuario se elaboró un plan de entrega donde cada actividad se desarrolla en una determinada iteración.

Nº	Actividad / Historia de usuario	Iteración				Tiempo estimado	
		1	2	3	4	Días	Horas
1	Ingreso al sistema	X				1	5
2	Registro de estudiantes	X				2	10
3	Registro de representantes	X				2	10
4	Toma de datos faciales de los representantes		X			3	15
5	Registro de personas autorizadas a retirar a los estudiantes		X			2	10
6	Toma de datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes		X			3	15
7	Identificación confiable de la persona que retira al estudiante			X		7	35
8	Webcam para el reconocimiento			X		3	15
9	Notificación sobre la identificación de la persona que retira al estudiante				X	4	20
10	Registro de retiros realizados				X	2	10

Tabla No 23: Plan de entrega

Elaborado por: Investigador

La tabla No 23 muestra el plan de entregas basado en la estimación de las historias usuario, las cuales son asignadas a 4 iteraciones diferentes.

3.2.1.6 Plan de iteraciones

Una vez que el tiempo de desarrollo para las historias de usuario ha sido estimado, se procedió a realizar las iteraciones y actividades que están comprendidas dentro de cada una.

Iteración 1

La primera iteración comprende el desarrollo de las siguientes historias de usuario:

Nº	Historia de usuario	Prioridad	Riesgo
1	Ingreso al sistema	Alta	Medio
2	Registro de estudiantes	Alta	Medio
3	Registro de representantes	Alta	Medio

Tabla No 24: Historias de usuario para la iteración 1

Elaborado por: Investigador

La tabla No 24 muestra las historias de usuario desarrolladas en la iteración 1.

1. Ingreso al sistema

Los docentes y secretaria pueden ingresar al sistema de acuerdo a su credencial asignada.

Número de historia: 1	Programador responsable: Christian Calo
Actividades: <ul style="list-style-type: none">• Diseño de la interfaz para el ingreso al sistema.• Comprobación de las credenciales en la base de datos.	

Tabla No 25: Actividades para la historia de usuario 1

Elaborado por: Investigador

La tabla No 25 muestra las actividades realizadas para el cumplimiento de la historia de usuario 1.

2. Registro de estudiantes

Los docentes y secretaria pueden registrar a un estudiante y sus datos personales.

Número de historia: 2	Programador responsable: Christian Calo
Actividades: <ul style="list-style-type: none">• Diseño de la interfaz para el registro de los estudiantes.• Ingreso de los datos de los estudiantes a la base de datos.	

Tabla No 26: Actividades para la historia de usuario 2

Elaborado por: Investigador

La tabla No 26 muestra las actividades realizadas para el cumplimiento de la historia de usuario 2.

3. Registro de representantes

Los docentes y secretaria pueden registrar a un representante y sus datos personales por cada estudiante.

Número de historia: 3	Programador responsable: Christian Calo
Actividades: <ul style="list-style-type: none">• Diseño de la interfaz para el registro de los representantes.• Relacionar la identificación de cada representante con el estudiante o estudiantes a quienes representa.• Ingreso de los datos de los representantes a la base de datos.	

Tabla No 27: Actividades para la historia de usuario 3

Elaborado por: Investigador

La tabla No 27 muestra las actividades realizadas para el cumplimiento de la historia de usuario 3.

Iteración 2

La segunda iteración comprende el desarrollo de las siguientes historias de usuario:

Nº	Historia de usuario	Prioridad	Riesgo
4	Toma de datos faciales de los representantes	Alta	Medio
5	Registro de personas autorizadas a retirar a los estudiantes	Alta	Medio
6	Toma de datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes	Alta	Medio

Tabla No 28: Historias de usuario para la iteración 2

Elaborado por: Investigador

La tabla No 28 muestra las historias de usuario desarrolladas en la iteración 2.

4. Toma de datos faciales de los representantes

Los docentes y secretaria pueden tomar mediante un video los datos faciales de los representantes previamente registrados.

Número de historia: 4	Programador responsable: Christian Calo
Actividades: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la interfaz para la toma de datos faciales de los representantes. • Control para tomar el mismo número de datos faciales para todos los representantes. • Guardar los datos faciales en subcarpetas que identifiquen a los representantes. • Extensión binaria para los archivos de datos faciales. 	

Tabla No 29: Actividades para la historia de usuario 4

Elaborado por: Investigador

La tabla No 29 muestra las actividades realizadas para el cumplimiento de la historia de usuario 4.

5. Registro de personas autorizadas a retirar a los estudiantes

Los docentes y secretaria pueden registrar hasta tres personas (aparte del representante) que estén autorizadas a retirar a cada estudiante.

Número de historia: 5	Programador responsable: Christian Calo
Actividades: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la interfaz para el registro de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes. • Relacionar la identificación de cada persona autorizada con el estudiante o estudiantes a quienes puede retirar. • Ingreso de los datos de las personas autorizadas a la base de datos. 	

Tabla No 30: Actividades para la historia de usuario 5

Elaborado por: Investigador

La tabla No 30 muestra las actividades realizadas para el cumplimiento de la historia de usuario 5.

6. Toma de datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes

Los docentes y secretaria pueden tomar mediante un video los datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes, previamente registradas.

Número de historia: 6	Programador responsable: Christian Calo
Actividades: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la interfaz para la toma de datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes. • Control para tomar el mismo número de datos faciales para todas las personas autorizadas. • Guardar los datos faciales en subcarpetas que identifiquen a las personas autorizadas. • Extensión binaria para los archivos de datos faciales. 	

Tabla No 31: Actividades para la historia de usuario 6

Elaborado por: Investigador

La tabla No 31 muestra las actividades realizadas para el cumplimiento de la historia de usuario 6.

Iteración 3

La tercera iteración comprende el desarrollo de las siguientes historias de usuario:

Nº	Historia de usuario	Prioridad	Riesgo
7	Identificación confiable de la persona que retira al estudiante	Alta	Alto
8	Webcam para el reconocimiento	Alta	Alto

Tabla No 32: Historias de usuario para la iteración 3

Elaborado por: Investigador

La tabla No 32 muestra las historias de usuario desarrolladas en la iteración 3.

7. Identificación confiable de la persona que retira al estudiante

La persona que retira al estudiante debe ser identificada de forma correcta para determinar a qué estudiante o estudiante tiene permiso de retirar.

Número de historia: 7	Programador responsable: Christian Calo
Actividades: <ul style="list-style-type: none">• Carga de la red neuronal de transferencia de aprendizaje Alexnet.• Aplicación de la red neuronal Alexnet para el entrenamiento de reconocimiento facial	

Tabla No 33: Actividades para la historia de usuario 7

Elaborado por: Investigador

La tabla No 33 muestra las actividades realizadas para el cumplimiento de la historia de usuario 7.

8. Webcam para el reconocimiento

La webcam detecta automáticamente el rostro de la persona que se acerca a retirar al estudiante.

Número de historia: 8	Programador responsable: Christian Calo
Actividades:	
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer la webcam sobre un puerto de la IP de la placa de desarrollo. • Identificar la webcam mediante la IP desde el sistema instalado en el servidor. 	

Tabla No 34: Actividades para la historia de usuario 8

Elaborado por: Investigador

La tabla No 34 muestra las actividades realizadas para el cumplimiento de la historia de usuario 8.

Iteración 4

La cuarta iteración comprende el desarrollo de las siguientes historias de usuario:

Nº	Historia de usuario	Prioridad	Riesgo
9	Notificación sobre la identificación de la persona que retira al estudiante	Alta	Alto
10	Registro de retiros realizados	Media	Medio

Tabla No 35: Historias de usuario para la iteración 4

Elaborado por: Investigador

La tabla No 35 muestra las historias de usuario desarrolladas en la iteración 4.

9. Notificación sobre la identificación de la persona que retira al estudiante

Los docentes observarán en una pantalla la identificación de la persona que pretende retirar al estudiante y se indicará si tiene permiso de retirarlo o no.

Número de historia: 9	Programador responsable: Christian Calo
Actividades:	
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la interfaz para las notificaciones. • Consulta de la identificación de la persona en la base de datos. • Relación de la identificación con los estudiantes que tiene permiso de retirar. 	

Tabla No 36: Actividades para la historia de usuario 9

Elaborador por: Investigador

La tabla No 36 muestra las actividades realizadas para el cumplimiento de la historia de usuario 9.

10. Registro de retiros realizados

El sistema registrará la identidad de la persona y a qué estudiante retiró.

Número de historia: 10	Programador responsable: Christian Calo
Actividades:	
<ul style="list-style-type: none"> • Inserción de los registros en la base de datos. • Generación de reportes de los retiros realizados por fechas. 	

Tabla No 37: Actividades para la historia de usuario 10

Elaborado por: Investigador

La tabla No 37 muestra las actividades realizadas para el cumplimiento de la historia de usuario 10.

3.2.2 Fase de diseño

En esta fase se define el diseño de la arquitectura del sistema de reconocimiento donde se identifican sus componentes, así como el modelo de la base de datos *MySQL*, el entorno de *Matlab* y la placa de desarrollo *Raspberry Pi 4*.

3.2.2.1 Diseño de la arquitectura del sistema

El sistema se implementó en el entorno de desarrollo *Matlab*, con *MySQL* como base de datos, una *Raspberry Pi 4* como placa de desarrollo donde se integran tanto una webcam *Logitech* para la toma de datos faciales e identificación de los usuarios y una pantalla LCD ubicada en la salida de la institución donde los docentes observan la identificación de la persona y el nombre de los estudiantes a quienes tiene permiso de retirar. El sistema está implementado sobre una arquitectura de red tipo LAN con topología estrella, ya que permite transmitir la información de forma segura y comunicarse con los dispositivos conectados al Switch, mediante cables Ethernet.

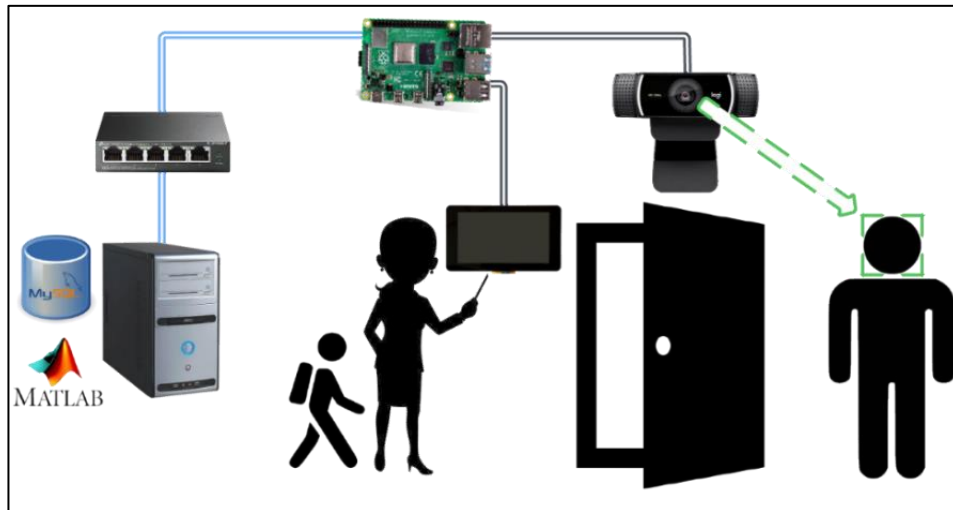


Figura No 14: Arquitectura del sistema

Elaborado por: Investigador

La Figura No 14 muestra el funcionamiento y arquitectura del sistema, donde tanto el algoritmo desarrollado y entrenado en Matlab, así como la base de datos donde se encuentran registrados los usuarios, son ejecutados sobre el servidor con Windows 10. El Switch permite la comunicación mediante un cable Ethernet Cat 6 a la placa Raspberry Pi 4, en la cual se encuentra conectada la webcam y puesta en marcha sobre un puerto de su IP, así como la pantalla LCD donde muestra si la persona que pretende retirar al estudiante está registrada en el sistema, de esta manera la webcam enfoca el rostro de la persona y el algoritmo determina si su rostro coincide con algún usuario registrado y a qué estudiante tiene permiso de retirar. En el caso de que un rostro no coincida con ninguno de los usuarios registrados, el sistema determina a esa persona como no identificada y por lo tanto el docente no observará su identificación en la pantalla y no le permitirá retirar a ningún estudiante.

3.2.2.2 Diseño del modelo de datos

Para el diseño de la base de datos relacional se escogió MySQL como gestor, debido a que es de código abierto, con una curva de aprendizaje baja y ejecutable en diversos sistemas operativos.

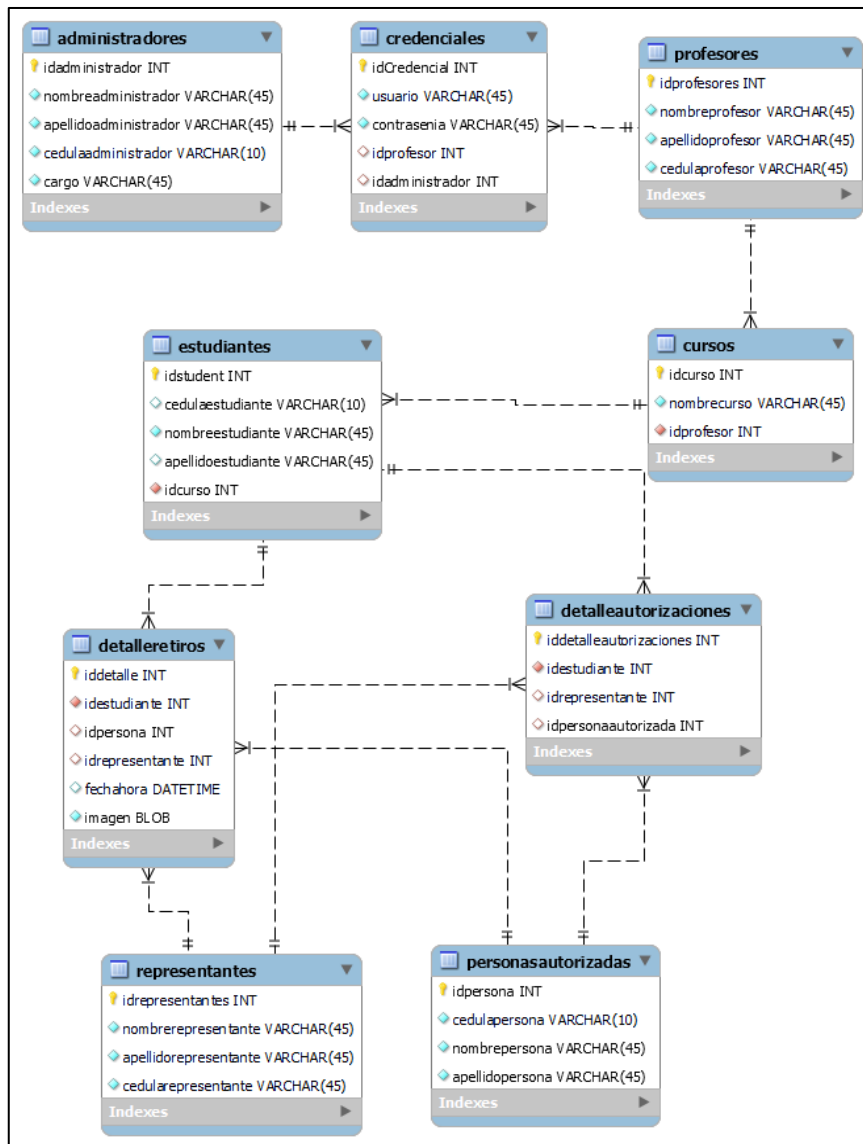


Figura No 15: Modelo relacional de la base de datos

Elaborado por: Investigador

La Figura No 15 representa el modelo relacional de la base de datos, donde la información almacenada corresponde a los datos de los estudiantes, representantes y personas autorizadas, así como los datos de los docentes y sus cursos. El detalle de las autorizaciones hace referencia a los estudiantes que cada representante o persona autorizada tiene permiso de retirar. El detalle de retiros es el registro que se realiza cuando un representante o persona autorizada retira a uno o varios estudiantes. Las credenciales están asociadas a un usuario administrativo o a un docente y sirven para mantener el registro de los ingresos al sistema.

3.2.2.3 Diseño de iteraciones

Iteración 1

1. Ingreso al sistema

La Figura No 16 representa la interfaz que funciona como Login, la cual permite ingresar al sistema mediante las credenciales asignadas al usuario y su contraseña.



Figura No 16: Login para ingreso al sistema

Elaborado por: Investigador

2. Menú del sistema

La Figura No 17 representa el menú del sistema, el cual permite seleccionar las diferentes opciones como: Registros, reportes, entrenamiento e inicio del sistema de reconocimiento.



Figura No 17: Menú del sistema

Elaborado por: Investigador

3. Registro de estudiantes

La Figura No 18 representa la interfaz para el registro de estudiantes, la cual permite ingresar los datos necesarios como nombres, apellidos, cédula y el curso al que pertenece.

The image shows a registration form titled 'Registros' on a yellow background with a green border. At the top left, there is a dropdown menu labeled 'Estudiantes'. Below it, there are four input fields: 'Nombres', 'Apellidos', 'Cédula', and 'Curso'. The 'Curso' dropdown menu is open, showing four options: 'Nursery', 'Nursery', 'Prekinder', and 'Primero de básica'. At the bottom of the form, there are two buttons: a red 'Cancelar' button and a green 'Guardar' button.

Figura No 18: Formulario para el registro de estudiantes

Elaborado por: Investigador

4. Registro de representantes y personas autorizadas

La Figura No 19 representa la interfaz para el registro de representantes, la cual permite el ingreso de sus datos más relevantes, como nombres, apellidos y cédula, así como seleccionar a los estudiantes a quien representa en los diferentes niveles de educación inicial.



Nursery	Prekinder	Primero de básica
Juan Flores - 1702000004	Mariana Lopez - 1702000003	Lucia Mendez - 1702000007
Diana Guevara - 1702000005	Edison Villalba - 1702000006	Marcos Padilla - 1702000008
Eduardo Paredes - 1702000000	Daniel Velazquez - 1702000000	Mireya Quezada - 1702000001
Miriam Abad - 1702000011	Elena Ojala - 1702000015	Alexis Fuentes - 1702000016
Belen Carrillo - 1702000012	Fabiana Jimenez - 1702000001	Andres Toapanta - 1702000000
Carlos Diaz - 1702000013	Guillermo Torres - 1702000001	Ronny Araujo - 1702000020
Laura Montoya - 1702000023	Jorge Loain - 1702000022	Juan Villalba - 1702000021
	Diana Barera - 1702000024	Carolina Herrera - 1702000025

Figura No 19: Formulario para el registro de representantes

Elaborado por: Investigador

La Figura No 20 representa la interfaz para el registro de personas autorizadas y funciona de la misma forma que la de los representantes, ya que solicita la misma información: Nombres, apellidos, cédula y estudiantes a quienes tiene permiso de retirar, sin embargo, los estudiantes que sean seleccionados harán referencia al permiso que tiene sobre ellos para retirarlos.

Registros

Personas autorizadas

Nombres

Apellidos

Cédula

Nursery	Prekinder	Primero de básica
Juan Flores - 1702000004	Mariana Lopez - 1702000003	Lucia Mendez - 1702000007
Diana Guevera - 1702000005	Edison Villalba - 1702000006	Marcos Padilla - 1702000008
Eduardo Paredes - 1702000000	Daniel Velazquez - 1702000000	Mireya Guzmán - 1702000001
Miriam Abad - 1702000011	Elena Otalla - 1702000015	Alexis Fuentes - 1702000016
Belen Carrillo - 1702000012	Fabiana Jimenez - 1702000001	Andres Toapanta - 1702000000
Carlos Diaz - 1702000013	Guillermo Torres - 1702000001	Ronny Araujo - 1702000020
Laura Montoya - 1702000023	Jorge León - 1702000022	Juan Villalba - 1702000021
	Luciana Diaz - 1702000024	Carolina Monna - 1702000024

Cancelar **Siguiente**

Figura No 20: Formulario para el registro de personas autorizadas

Elaborado por: Investigador

Iteración 2

5. Toma de datos faciales de representantes y personas autorizadas

La Figura No 21 representa la interfaz para la toma de datos faciales, tanto para representantes como para las personas autorizadas ya que consiste en un mismo diseño, con la diferencia de que dependiendo del tipo de registro se guardarán como datos de un representante o de una persona autorizada.

Registros

Observe a la cámara y mantenga su mirada sobre ella mientras gira levemente su rostro

De izquierda a Derecha

De Derecha a Izquierda

Volver **Empezar**

Figura No 21: Toma de los datos faciales

Elaborado por: Investigador

Iteración 3

6. Reconocimiento facial por medio de la Webcam

La Figura No 22 representa a interfaz para el reconocimiento facial, la cual capta la transmisión de video de la webcam en tiempo real y determina la cédula a la que pertenece el rostro identificado.



Figura No 22: Reconocimiento facial por medio de la Webcam

Elaborado por: Investigador

Iteración 4

7. Notificación de retiros

La Figura No 23 representa la interfaz para notificación de retiros, la cual permite visualizar la fotografía tomada por la webcam cuando se ha detectado un rostro, y a los estudiantes que esa persona tiene permiso de retirar.



Figura No 23: Notificación de retiros

Elaborado por: Investigador

8. Reporte de registros de retiros

La Figura No 24 representa la interfaz para los reportes de los retiros, la cual permite consultar y guardar en formato PDF los registros entre un rango de fechas seleccionado por el usuario.

Registro de retiros por fechas

Desde:

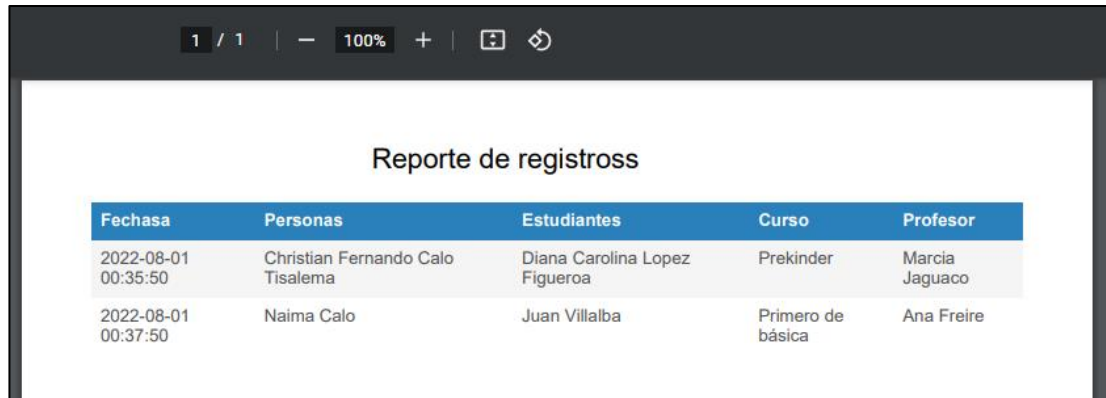
Hasta:

Fechas	Personas	Estudiantes	Curso	Profesor
2022-08-01 00:35:50	Christian Fernando Calo Tisalema	Diana Carolina Lopez Figueroa	Prekinder	Marcia Jaguaco
2022-08-01 00:37:50	Naima Calo	Juan Villalba	Primero de básica	Ana Freire

Figura No 24: Reporte de los registros de retiros

Elaborado por: Investigador

La Figura No 25 representa el documento PDF generado para los reportes.



Fecha	Personas	Estudiantes	Curso	Profesor
2022-08-01 00:35:50	Christian Fernando Calo Tisalema	Diana Carolina Lopez Figueroa	Prekinder	Marcia Jaguaco
2022-08-01 00:37:50	Naima Calo	Juan Villalba	Primero de básica	Ana Freire

Figura No 25: PDF del reporte generado

Elaborado por: Investigador

3.2.3 Fase de codificación

3.2.3.1 Conexión con la base de datos

La conexión con la base de datos se realizó mediante la herramienta databaseExplorer de Matlab, donde se creó un origen de datos que hace referencia a la base de datos creada para el proyecto (Ver anexo A.3).

3.2.3.2 Toma de datos faciales

El proceso para la toma de datos faciales se llevó a cabo mediante la captura de frames recibidos por la Webcam en red, siendo posteriormente almacenados en una carpeta con el nombre de la cédula a quien pertenece el rostro. Se usó la función de visión artificial CascadeObjectDetector para detectar los rostros y finalmente se recortaron y redimensionaron a un tamaño de 227×227 con un formato de tipo .bmp, las cuales son características necesarias para el entrenamiento mediante la red neuronal Alexnet. Se estableció un total de doscientas capturas del rostro para cada usuario con el fin de obtener resultados óptimos durante el entrenamiento (Ver anexo A.4).

3.2.3.3 Carga y entrenamiento de la red neuronal

El entrenamiento de la red neuronal consistió en aplicar la red de transferencia de aprendizaje Alexnet sobre los rostros previamente obtenidos, y crear una clase identificada por la cédula de cada usuario registrado en el sistema (Ver anexo A.5).

3.2.3.4 Webcam en red para el reconocimiento facial

Para establecer la webcam sobre un puerto de la IP de la placa de desarrollo Raspberry Pi se utilizó la herramienta Motion de Linux. El archivo de configuración de Motion contiene indicaciones como: la ubicación de la webcam, el puerto por donde se comunica, el rango de frames por segundo, la codificación, la URL accesible, así como el ancho y alto del video, entre otras opciones (Ver anexo A.6).

3.2.3.5 Identificación de los rostros

La identificación de los rostros consiste obtener en tiempo real por medio de la Webcam los rostros que se muestren y asociarlos con una clase que se encuentre dentro de la red neuronal.

- **Detección de rostros por Webcam en red**

Para obtener el video se accede a la URL de la Webcam que se encuentra en la red, a continuación se carga la red previamente entrenada y se detectan los rostros con la función de visión artificial CascadeObjectDetector (Ver anexo A.7).

- **Captura y clasificación del rostro detectado**

Cuando se detecta un rostro se recorta y redimensiona al tamaño de las fotos tomadas durante el entrenamiento de la red neuronal, y posteriormente se clasifica para obtener la clase a la que pertenezca el rostro (Ver anexo A.8).

3.2.4 Fase de pruebas

3.2.4.1 Pruebas de caja negra

La evaluación del cumplimiento para los requerimientos del sistema de reconocimiento facial y sus distintas funcionalidades se realizó mediante las pruebas de caja negra mostradas a continuación.

Prueba de aceptación	
Código: 1	Historia de usuario: 1
Nombre: Ingreso al sistema.	
Descripción: Los usuarios administradores registrados en la base de datos pueden acceder al sistema con sus credenciales.	
Condiciones de ejecución: Usuario registrado en la base de datos.	
Entrada: El usuario administrador podrá acceder al sistema por medio del login y el ingreso de sus credenciales.	
Resultado esperado: Acceso del usuario administrador al sistema tras ingresar de forma correcta sus credenciales.	
Evaluación de prueba: Satisfactoria.	

Tabla No 38: Prueba de aceptación 1

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 38 muestra la prueba de aceptación con código 1, la cual consiste en el ingreso tras la validación al sistema por parte de los administradores, donde se obtuvo un resultado satisfactorio.

Prueba de aceptación	
Código: 2	Historia de usuario: 2
Nombre: Registro de estudiantes.	
Descripción: El usuario que administra el sistema puede ingresar los datos de los estudiantes.	
Condiciones de ejecución: Usuario administrador registrado en la base de datos.	
Entrada: El usuario administrador puede ingresar los datos de los estudiantes en el formulario mostrado y guardarlos en la base de datos cuando los haya completado.	
Resultado esperado: Tras haber ingresado todos los datos y guardarlos se mostrará un mensaje que indique que la acción fue realizada correctamente.	
Evaluación de prueba: Satisfactoria.	

Tabla No 39: Prueba de aceptación 2

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 39 muestra la prueba de aceptación con código 2, la cual consiste en el registro de estudiantes en la base de datos por parte de los administradores, donde se obtuvo un resultado satisfactorio.

Prueba de aceptación	
Código: 3	Historia de usuario: 3
Nombre: Registro de representantes.	
Descripción: El usuario que administra el sistema puede ingresar los datos de los representantes y estudiantes a quien representa.	
Condiciones de ejecución: Usuario administrador registrado en la base de datos.	
Entrada: El usuario administrador puede ingresar los datos de los representantes, así como los estudiantes a quien representa, dentro del formulario mostrado y guardarlos en la base de datos.	
Resultado esperado: Tras haber ingresado todos los datos, seleccionado a los estudiantes que representa y hayan sido guardados, se mostrará un mensaje que indique que la acción fue realizada correctamente.	
Evaluación de prueba: Satisfactoria.	

Tabla No 40: Prueba de aceptación 3

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 40 muestra la prueba de aceptación con código 3, la cual consiste en el registro de los representantes en la base de datos, donde se obtuvo un resultado satisfactorio.

Prueba de aceptación	
Código: 4	Historia de usuario: 4
Nombre: Toma de datos faciales de los representantes.	
Descripción: El usuario que administra el sistema puede tomar los datos faciales de los representantes mediante la Webcam en red.	
Condiciones de ejecución: Usuario administrador registrado en la base de datos.	
Entrada: El usuario administrador puede iniciar el proceso de toma de datos faciales de los representantes y obtener 200 fotos por cada uno.	
Resultado esperado: Las 200 fotografías del rostro serán guardadas en una carpeta con el nombre de la cédula del representante.	
Evaluación de prueba: Satisfactoria.	

Tabla No 41: Prueba de aceptación 4

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 41 muestra la prueba de aceptación con código 4, la cual consiste en la toma de datos faciales de los representantes mediante la webcam en red, donde se obtuvo un resultado satisfactorio.

Prueba de aceptación	
Código: 5	Historia de usuario: 5
Nombre: Registro de personas autorizadas a retirar a los estudiantes.	
Descripción: El usuario que administra el sistema puede ingresar los datos de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes y qué estudiantes tiene permiso de retirar.	
Condiciones de ejecución: Usuario administrador registrado en la base de datos.	
Entrada: El usuario administrador puede ingresar los datos de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes, así como los estudiantes a quien tiene permiso de retirar, dentro del formulario mostrado y guardarlos en la base de datos.	
Resultado esperado: Tras haber ingresado todos los datos, seleccionado a los estudiantes que tiene permiso de retirar y hayan sido guardados, se mostrará un mensaje que indique que la acción fue realizada correctamente.	
Evaluación de prueba: Satisfactoria.	

Tabla No 42: Prueba de aceptación 5

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 42 muestra la prueba de aceptación con código 5, la cual consiste en el registro de las personas autorizadas en la base de datos, donde se obtuvo un resultado satisfactorio.

Prueba de aceptación	
Código: 6	Historia de usuario: 6
Nombre: Toma de datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes.	
Descripción: El usuario que administra el sistema puede tomar los datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes mediante la Webcam en red.	
Condiciones de ejecución: Usuario administrador registrado en la base de datos.	
Entrada: El usuario administrador puede iniciar el proceso de toma de datos faciales de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes y obtener 200 fotos por cada uno.	
Resultado esperado: Las 200 fotografías del rostro serán guardadas en una carpeta con el nombre de la cédula de las personas autorizadas a retirar a los estudiantes.	
Evaluación de prueba: Satisfactoria.	

Tabla No 43: Prueba de aceptación 6

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 43 muestra la prueba de aceptación con código 6, la cual consiste en la toma de datos faciales de las personas autorizadas mediante la webcam en red, donde se obtuvo un resultado satisfactorio.

Prueba de aceptación	
Código: 7	Historia de usuario: 7
Nombre: Identificación confiable de la persona que retira al estudiante.	
Descripción: El usuario que administra el sistema puede iniciar el sistema de reconocimiento facial.	
Condiciones de ejecución: Usuario administrador registrado en la base de datos.	
Entrada: El usuario administrador puede visualizar la transmisión de video donde se mostrará la identificación de la persona que pretende retirar al estudiante durante.	
Resultado esperado: La identificación de la persona debe ser correcta.	
Evaluación de prueba: Satisfactoria.	

Tabla No 44: Prueba de aceptación 7

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 44 muestra la prueba de aceptación con código 7, la cual consiste en la prueba del método de identificación de la persona que retira al estudiante, donde se obtuvo un resultado satisfactorio y confiable.

Prueba de aceptación	
Código: 8	Historia de usuario: 9
Nombre: Notificación sobre la identificación de la persona que retira al estudiante.	
Descripción: El docente que entrega al estudiante puede determinar la identidad de la persona que pretende retirar al estudiante, así como a los estudiantes que tiene permiso de retirar.	
Condiciones de ejecución: Usuario administrador registrado en la base de datos.	
Entrada: El docente que entrega al estudiante puede verificar la identidad de la persona que retira al estudiante, mediante una fotografía tomada durante el momento del registro automático y observará una lista de los estudiantes a quienes tiene permiso de retirar. En la pantalla táctil de notificaciones el docente desliza hacia abajo hasta el siguiente registro y de esta manera lleva a cabo la entrega de los estudiantes de acuerdo al orden de llegada.	
Resultado esperado: La identificación y fotografía de la persona se mostrará en el sistema, así como el listado de los estudiantes a quien tiene permiso de retirar.	
Evaluación de prueba: Satisfactoria.	

Tabla No 45: Prueba de aceptación 8

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 45 muestra la prueba de aceptación con código 8, la cual consiste en la notificación para identificar a la persona que retira al estudiante y el docente pueda observar dicha información, donde se obtuvo un resultado satisfactorio.

3.2.4.2 Testeo del modelo

Para el testeo del modelo creado con la red neuronal de transferencia de aprendizaje Alexnet, se seleccionó un conjunto de datos que consisten en 10 personas, donde cada una de ellas cuenta con 100 fotografías de su rostro. Se estableció un 90% de las fotos para el entrenamiento y un 10% para el testeo, es decir que 900 fotografías fueron usadas para el entrenamiento de la red neuronal y 100 para comprobar su exactitud.

En el siguiente gráfico se muestra mediante una matriz de confusión la exactitud del modelo:

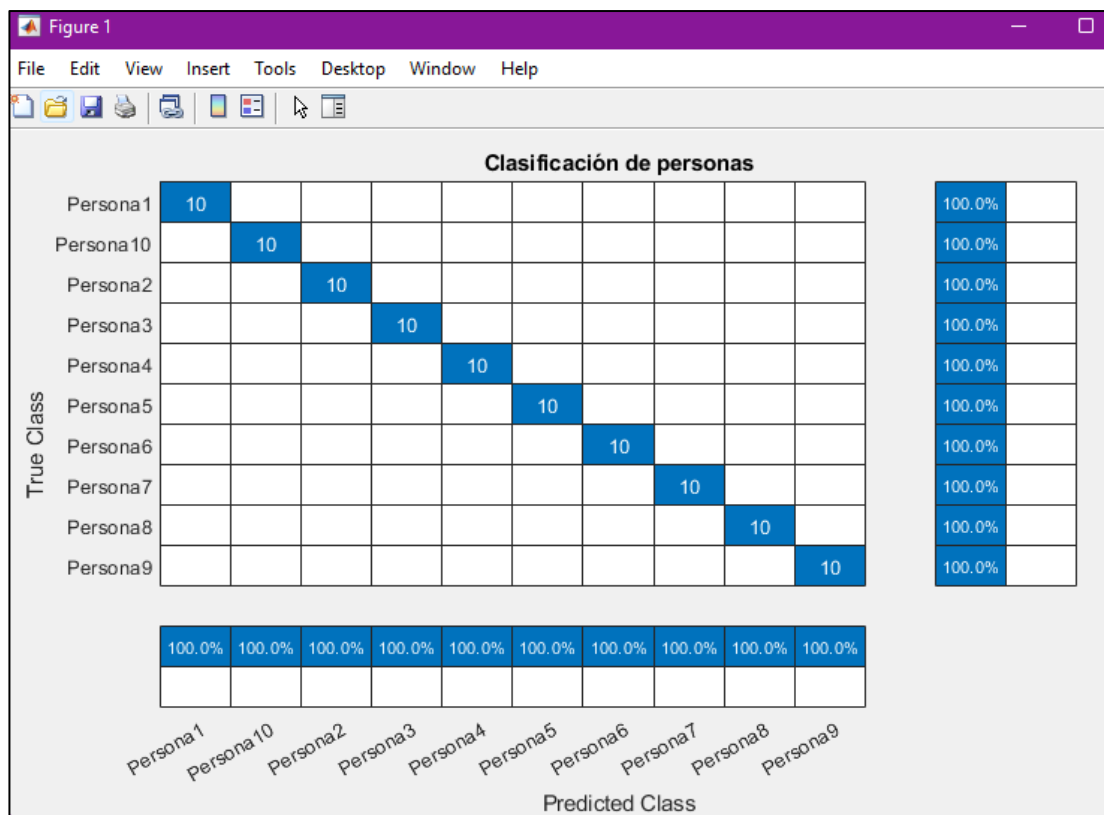


Figura No 26: Matriz de confusión del modelo

Elaborado por: Investigador

La Figura No 26 consiste en una matriz de confusión que testea la red neuronal, y arroja una exactitud del modelo del 100%, ya que clasifica de forma correcta a las 10

personas y produce correctamente las 10 veces la clase a la que pertenece, que en este caso está representada por los nombres de: Persona1, Persona2, ..., Persona10.

3.2.5 Fase de lanzamiento

3.2.5.1 Despliegue del sistema

La Figura No 27 muestra el inicio de la herramienta deploytool, que permite generar un archivo ejecutable del sistema. Para iniciar el proceso se escribió el siguiente comando en la consola.

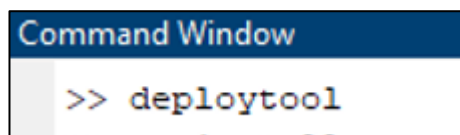


Figura No 27: Inicio de deploytool para el despliegue del sistema

Elaborado por: Investigador

La Figura No 28 muestra la selección de la opción Application Compiler como tipo de compilador.

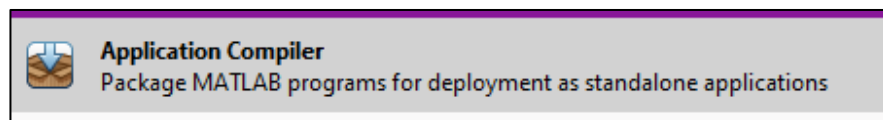


Figura No 28: Tipo de compilador

Elaborado por: Investigador

La Figura No 29 muestra la selección de la opción Standalone Application como tipo de aplicación, ya que esta opción permite ejecutar el sistema desarrollado en otro computador sin requisitos adicionales, en este caso, sin instalar Matlab en el computador donde será usado el sistema.

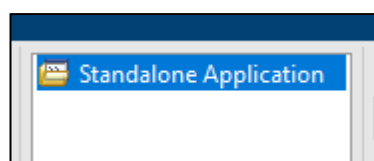


Figura No 29: Tipo de aplicación para el despliegue

Elaborado por: Investigador

La Figura No 30 muestra la elección del archivo login.m como archivo principal, para que sea ejecutado de forma predeterminada al iniciar el sistema.

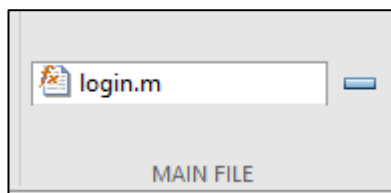


Figura No 30: Archivo principal para el despliegue

Elaborado por: Investigador

La Figura No 32 muestra la selección de la opción de empaquetado, donde se escogió la descarga del entorno de ejecución desde la web, el cual es necesario para ejecutar el sistema y habilitar sus recursos en otras computadoras.

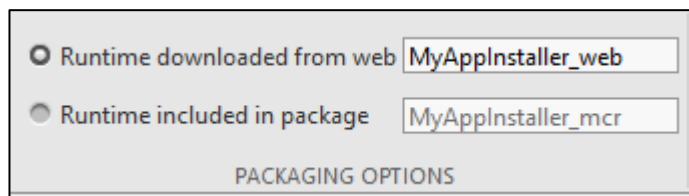


Figura No 31: Empaquetado para el entorno de ejecución

Elaborado por: Investigador

La Figura No 32 muestra la información del sistema, como el nombre de la aplicación, versión, datos del autor y una breve descripción de su funcionalidad.

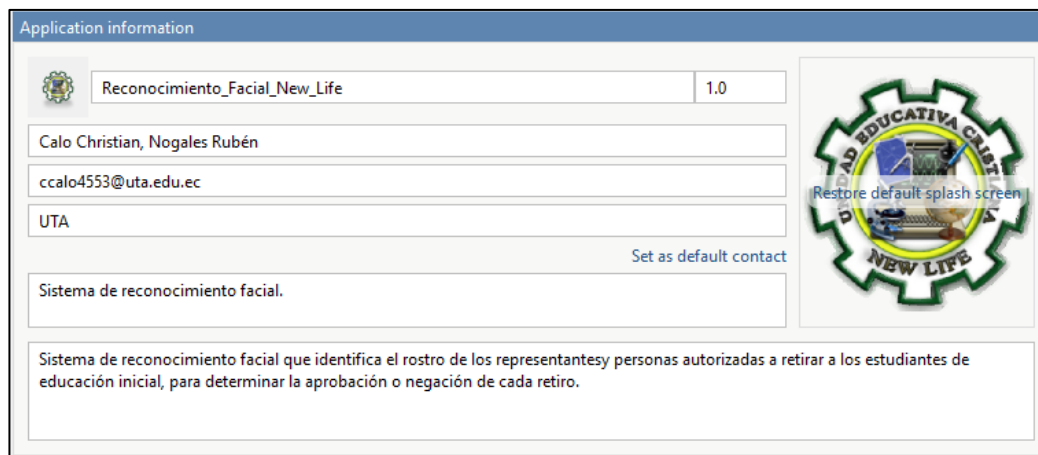


Figura No 32: Información sobre la aplicación

Elaborado por: Investigador

La Figura No 33 muestra la selección de los paquetes de soporte sugeridos, los cuales se muestran automáticamente y corresponden a las herramientas o Toolbox adicionales que se usaron para el desarrollo del sistema.

Suggested Support Packages		
Package	Product	Notes
<input checked="" type="checkbox"/> IP Cameras	MATLAB	
<input checked="" type="checkbox"/> USB Webcams	MATLAB	
<input checked="" type="checkbox"/> OS Generic Video Interface	Image Acquisition Toolbox	
<input checked="" type="checkbox"/> Deep Learning Toolbox Model for AlexNet Network	Deep Learning Toolbox	

Figura No 33: Paquetes de soporte

Elaborado por: Investigador

La Figura No 34 muestra los archivos requeridos para la ejecución del sistema, así como las imágenes y archivos de configuración de las herramientas usadas para el desarrollo del sistema.

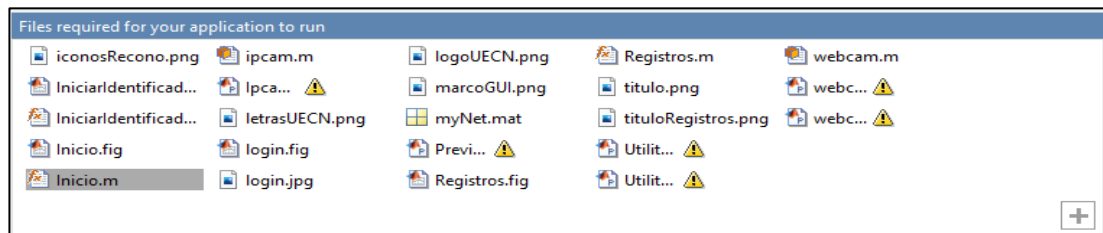


Figura No 34: Archivos requeridos para la ejecución

Elaborado por: Investigador

La Figura No 35 muestra los archivos generados para la instalación del sistema o destinados al usuario final, los cuales corresponden a un archivo de texto con instrucciones para la instalación, el archivo ejecutable del sistema y una imagen mostrada durante la carga al iniciar el sistema.

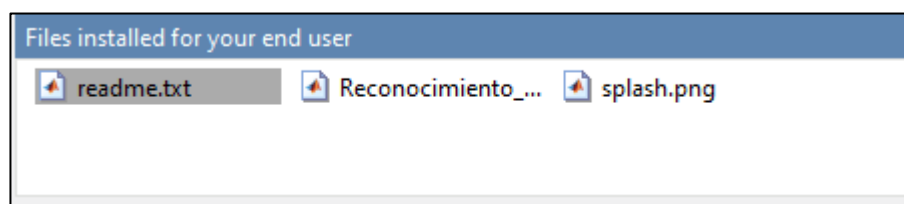


Figura No 35: Archivos generados para el usuario final

Elaborado por: Investigador

La Figura No 36 muestra el inicio del proceso de despliegue, donde se seleccionó sobre el ícono Package.

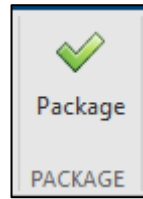


Figura No 36: Inicio de empaquetado del sistema

Elaborado por: Investigador

La Figura No 37 muestra el proceso donde se inicia el despliegue, el cual consta de tres pasos: la creación de los archivos binarios, el empaquetado y la creación de la carpeta de salida.

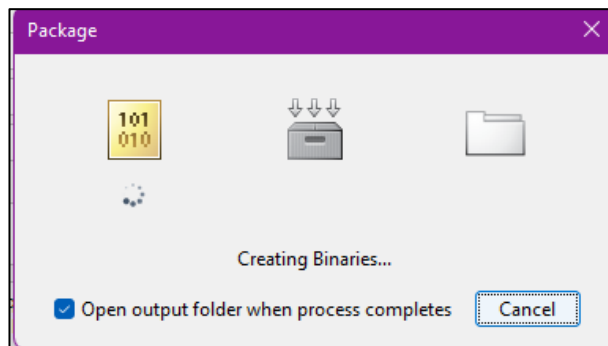


Figura No 37: Creación de archivos binarios

Elaborado por: Investigador

La Figura No 38 muestra el proceso de empaquetado del sistema.

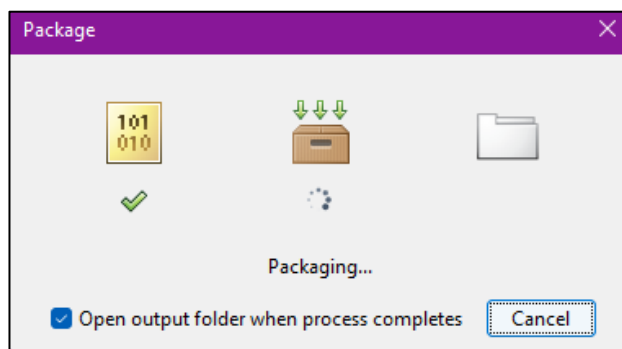


Figura No 38: Empaquetado del sistema

Elaborado por: Investigador

La Figura No 39 muestra la finalización del despliegue del sistema, donde se crea una carpeta final.

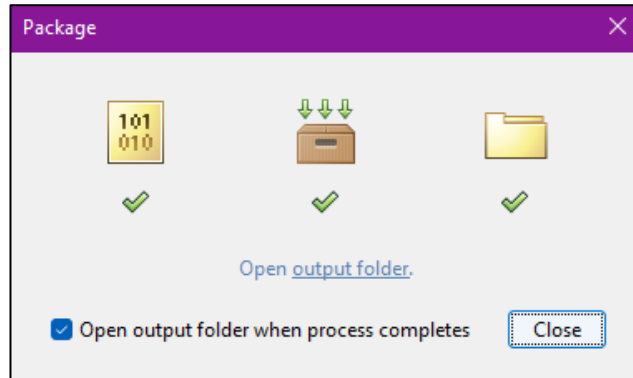


Figura No 39: Carpeta final

Elaborado por: Investigador

La Figura No 40 muestra la creación automática de diferentes carpetas y archivos destinados para testeo y redistribución del sistema, donde la carpeta for_redistribution_files_only contiene los archivos necesarios para instalar y ejecutar el sistema en otro computador sin necesidad de instalar Matlab.

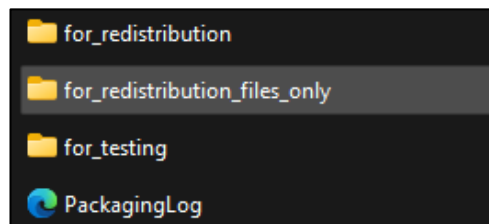


Figura No 40: Carpetas y archivos creados durante el despliegue

Elaborado por: Investigador

La Figura No 41 muestra los archivos de instalación generados tras el despliegue del sistema.

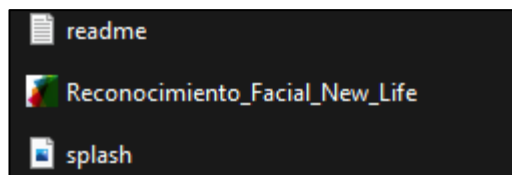


Figura No 41: Archivos de instalación

Elaborado por: Investigador

3.2.5.2 Pruebas de rendimiento

3.2.5.3 Protocolo para la detección de rostros y registros

El protocolo para la detección de rostros detalla el procedimiento que se debe seguir al iniciar el sistema de reconocimiento facial para llevar a cabo un registro exitoso. Los pasos se detallan a continuación.

- El entorno donde se realizará el reconocimiento facial debe ser el mismo o uno similar al que se usó durante el entrenamiento de la red neuronal, con el fin de garantizar un correcto reconocimiento.
- Los representantes o personas autorizadas a retirar a los estudiantes fijarán su mirada hacia la Webcam durante al menos cinco segundos para garantizar un correcto reconocimiento.
- Se recomienda que los representantes o personas autorizadas a retirar a los estudiantes usen lentes si durante el entrenamiento los usaron, y no los usen si no fue así, con el fin de garantizar un correcto reconocimiento.
- Se recomienda que los representantes o personas autorizadas a retirar a los estudiantes no usen accesorios extras como gafas, gorros o sombreros. Con el fin de garantizar un correcto reconocimiento.
- Los representantes o personas autorizadas a retirar a los estudiantes sólo deberán quitarse la mascarilla durante el proceso de reconocimiento. Con el fin de garantizar un correcto reconocimiento.
- Cuando el rostro haya sido identificado el registro se hará automáticamente y el docente podrá observar su identificación y a los estudiantes que tiene permiso de retirar desde su pantalla de notificaciones.
- Si el rostro de la persona no fue identificado pero su identidad está registrada en el sistema, deberá asegurarse de seguir correctamente los anteriores pasos, y aumentar el tiempo de detección, observar fijamente la Webcam hasta que el docente pueda

identificar en su pantalla de notificaciones el registro con su foto y lista de estudiantes a quienes tiene permiso de retirar.

- Los registros se realizarán automáticamente y se observarán en la pantalla de notificaciones, donde el docente tras realizar cada entrega del estudiante deslizará hacia abajo sobre la pantalla táctil hasta el siguiente registro hasta haber completado todas las entregas.

3.2.5.4 Prueba de rendimiento online del sistema

La prueba de rendimiento online para el funcionamiento del sistema consistió en la simulación de la entrega de los estudiantes a 10 personas por 10 veces, donde constan tanto representantes como personas autorizadas. La representación de la simulación se muestra en la siguiente tabla, donde:

C: Predicción correcta.

I: Predicción incorrecta.

Identificación de la persona	Predicción									
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a
1719395175	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1725638410	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1805632184	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1706954721	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1763915742	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1759648531	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1798453850	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1805631278	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1755486395	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1719632410	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Tabla No 46: Prueba de rendimiento del sistema por simulación

Elaborado por: Investigador

La Tabla No 46 muestra el resultado de la prueba de rendimiento, la cual refleja que su exactitud es del 100%, ya que identificó correctamente a la persona cada vez que la cámara capturó su rostro.

Del mismo modo el sistema identificó el rostro de una persona no registrada en la base de datos, como se muestra en la siguiente figura.

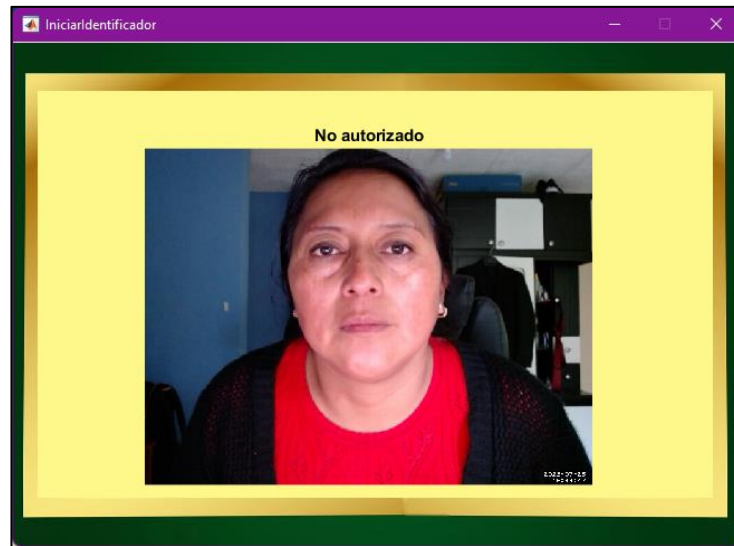


Figura No 42: Detección de una persona no autorizada

Elaborado por: Investigador

La Figura No 42 muestra la detección de una persona que no se encuentra registrada en el sistema, y que por lo tanto no está autorizada a retirar a ningún estudiante.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Los datos obtenidos tras la recolección y procesamiento de la información permitieron establecer cómo se lleva a cabo el proceso de entrega de los estudiantes de educación inicial a sus representantes, y de esta manera analizar el problema existente en los métodos de comprobación de la relación entre el estudiante y la persona que pretende retirarlo.
- La aplicación de distintas técnicas para el reconocimiento facial dejó en evidencia que el uso de redes neuronales presenta mayor ventaja en cuanto a precisión, fiabilidad y control en ambientes no controlados, frente a algoritmos de modelos preestablecidos como lo es Eigen Faces.
- El entorno de desarrollo Matlab y su lenguaje de programación ofrecen características y herramientas robustas para la visión artificial, lo que permitió desarrollar un sistema de reconocimiento con altos porcentajes de efectividad.
- Las herramientas para el desarrollo de interfaces gráficas en Matlab se encuentran limitadas, lo que presentó diversos conflictos para una experiencia de usuario eficaz, sin embargo, se adaptaron para desarrollar un sistema intuitivo para el usuario.

4.2 Recomendaciones

- Aplicar los métodos de recolección de información, ya sean entrevistas o encuestas, a la población que se encuentra directamente relacionada con el fenómeno de la investigación, para obtener resultados verídicos y útiles para el desarrollo del trabajo de investigación.
- Identificar y realizar un análisis del ambiente en el que se aplique una técnica de reconocimiento facial, ya que su efectividad varía de acuerdo a esta característica, para de esta manera determinar la técnica que mejor se adapte y así obtener los mejores resultados posibles.

- Se recomienda investigar a profundidad sobre las múltiples herramientas relacionadas a la visión artificial proporcionadas por Matlab, con la finalidad de dar mantenimiento y encontrar mejoras al sistema.
- Realizar un análisis minucioso de cada característica presente en los componentes GUI de Matlab, para comprender su funcionamiento y modificar su aspecto y comportamiento de acuerdo a los requerimientos del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. Fennelly and M. Perry, *The handbook for school safety and security: Best practices and procedures*. Oxford: Elsevier, 2014. Accessed: Nov. 15, 2021. [Online]. Available: https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=GWhzAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=school+security+access+control&ots=KiQ1YpGp5Z&sig=J_fMQ_6LDtjcStnVdl95PCPY6VI
- [2] BBC News Mundo, “Fátima: cuál fue la ‘cadena de negligencias’ en el asesinato de la niña de 7 años que indigna a México,” Ciudad de México, Feb. 18, 2020. Accessed: Nov. 15, 2021. [Online]. Available: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-51554011>
- [3] F. Falconi, *Instructivo para resguardar la seguridad física de estudiantes durante entrada y salida de las IE*. Ecuador, 2018. [Online]. Available: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/MINEDUC-2018-00030-A-Instructivo-para-resguardar-la-seguridad-fisica-de-estudiantes-durante-entrada-y-salida-de-las-IE.pdf>
- [4] R. R. Verdugo and J. M. Schneider, “School quality, safe schools: An empirical analysis,” vol. 3, no. 1, 2015, Accessed: Nov. 30, 2021. [Online]. Available: http://www.ice.deusto.es/rinace/reice/vol3n1_e/VerdugoScheider.pdf
- [5] A. D. Vicario, “Safety Management in Catalonia’s Schools,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 46, pp. 3324–3328, 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.06.060.
- [6] A. -Hernández and Bauer-Mengelberg J R, “TACS-A System to Authorize Students to Leave the School Building,” *Ing. Investig. y Technol.*, vol. 1, pp. 63–71, 2011, [Online]. Available: www.schoolsecurity.org/
- [7] M. Andrejevic and N. Selwyn, “Facial recognition technology in schools: critical questions and concerns,” *Learn. Media Technol.*, vol. 45, no. 2, pp. 115–128, Apr. 2020, doi: 10.1080/17439884.2020.1686014.
- [8] J. R. Valvert, “Métodos y técnicas de reconocimiento de rostros en imágenes digitales bidimensionales.” Universidad de San Carlos de Guatemala, San Carlos, 2016.

- [9] M. Ruiz Marín, J. Carlos Rodríguez Uribe, and J. Carlos Olivares Morales, “Una mirada a la biometría,” 2019.
- [10] J. Cortés, F. Medina, and J. Muriel, “Sistemas de seguridad basados en biometría,” *Sci. Tech.*, Dec. 2010.
- [11] J. Arroyo, “Métodos de reducción de dimensionalidad: Análisis comparativo de los métodos APC, ACPP y ACPK,” *Uniciencia*, vol. 30, no. 1, pp. 115–122, Jan. 2016, doi: 10.15359/RU.30-1.7.
- [12] R. Gimeno Hernández, J. R. Morros, and R. Barcelona, “Estudio de técnicas de reconocimiento facial,” Universitat Politècnica de Catalunya, Catalunya, 2010.
- [13] N. M. Carlos, “Diseño e implementación de un sistema de seguridad con videocámaras, monitoreo y envío de mensajes de alertas a los usuarios a través de una aplicación web y/o vía celular para mejorar los procesos de seguridad de la carrera de ingeniería en sistemas comp,” Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2014. Accessed: May 18, 2022. [Online]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6529/1/TesisCompleta-523.pdf>
- [14] C. González, “Aplicaciones orientadas a la domótica con Raspberry Pi,” Universidad de Sevilla, Sevilla, 2015. Accessed: Jul. 28, 2022. [Online]. Available: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/90330/fichero/Memoria>
- [15] G. Correa, A. U. De, and G. M. Ferreira Cristofolini, “LA CONVIVENCIA ESCOLAR EN LAS AULAS,” Badajoz.
- [16] I. Reyes, A. González, M. Rodríguez Martínez, and E. Rodríguez Rodríguez, “Manual y protocolos de seguridad escolar,” Estado de León, 2014.
- [17] B. O. Pedraza, P. Rondón, and H. Arguello, “Sistema de reconocimiento facial basado en imágenes con color,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 10, no. 2, 2011, Accessed: May 31, 2022. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/5537/553756874004.pdf>
- [18] M. Sharif, F. Naz, M. Yasmin, M. A. Shahid, and A. Rehman, “Face Recognition: A Survey,” *J. Eng. Sci. Technol. Rev.*, vol. 10, no. 2, pp. 166–177,

2017, Accessed: May 31, 2022. [Online]. Available: www.jestr.org

- [19] M. üg. Çarıkçı and F. Özen, “A Face Recognition System Based on Eigenfaces Method,” *Procedia Technol.*, vol. 1, pp. 118–123, Jan. 2012, doi: 10.1016/J.PROTCY.2012.02.023.
- [20] F. Chichizola, A. De Giusti, and M. Naiouf, “Eigenfaces de imagen reducida para el reconocimiento automático de rostros,” 2003. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/22881> (accessed May 27, 2022).
- [21] S. Haykin, *Neural Networks and Learning Machines Third Edition*, 3rd ed. Ontario: Pearson Prentice Hall, 2009.
- [22] K. Manisha, B. Debnath, and K. Tai-hoon, “Face Recognition Using Neural Network: A Review ,” *Int. J. Secur. its Appl.*, vol. 10, no. 3, pp. 81–100, 2016, doi: 10.14257/ijasia.2016.10.3.08.
- [23] P. Belhumeur, J. Hespanha, and D. Kriegman, “Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition Using Class Speciiic Linear Projection,” *IEEE Trans. PAMI*, 1997.
- [24] N. K. Ayu Wirdiani, T. Lattifia, I. K. Supadma, B. J. Kemanang Mahar, D. A. Nadia Taradhita, and A. Fahmi, “Real-Time Face Recognition with Eigenface Method,” *Int. J. Image, Graph. Signal Process.*, vol. 11, no. 11, pp. 1–9, Nov. 2019, doi: 10.5815/IJIGSP.2019.11.01.
- [25] A. Unnikrishnan, V. Sowmya, and K. P. Soman, “Deep AlexNet with Reduced Number of Trainable Parameters for Satellite Image Classification,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 143, pp. 931–938, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.PROCS.2018.10.342.
- [26] C. L. Zhang, J. H. Luo, X. S. Wei, and J. Wu, “In defense of fully connected layers in visual representation transfer,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 10736 LNCS, pp. 807–817, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-77383-4_79/COVER.
- [27] A. Kost, W. A. Altabey, M. Noori, and T. Awad, “Applying neural networks for tire pressure monitoring systems,” *SDHM Struct. Durab. Heal. Monit.*, vol. 13, no. 3, pp. 247–266, 2019, doi: 10.32604/sdhm.2019.07025.

- [28] K. Banerjee, C. Vishak Prasad, R. R. Gupta, K. Vyas, H. Anushree, and B. Mishra, “Exploring alternatives to softmax function,” *Proc. 2nd Int. Conf. Deep Learn. Theory Appl. DeLTA 2021*, pp. 81–86, 2021, doi: 10.5220/0010502000810086.
- [29] J. Vera, “Application of the Cross-Entropy Method to the Dynamic Assortment Optimization Problem,” *ESPOL - FCNM J.*, vol. 18, Jun. 2020, Accessed: Jul. 28, 2022. [Online]. Available: <http://www.revistas.espol.edu.ec/index.php/matematica/article/view/696/635>
- [30] J. Bermúdez, “Programación Orientada a Objetos con Java,” Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2012. Accessed: May 31, 2022. [Online]. Available: <http://miw.eui.upm.es>
- [31] J. Benítez and J. L. Hueso, “Introducción a MATLAB,” Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- [32] A. Marzal Varó and I. Gracia Luengo, “Introducción a la programación con Python,” 2009, Accessed: May 31, 2022. [Online]. Available: <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/24305>
- [33] L. De Russis and A. Sacco, “OpenCV Java Tutorials Documentation Release 1.0alpha,” 2017.
- [34] MathWorks, “Image Processing Toolbox User’s Guide,” *MathWorks, Inc.*, 1993, Accessed: Sep. 07, 2022. [Online]. Available: <http://www.eece.hw.ac.uk/~ceeyrp/WWW/Teaching/B39SD2/ImageProcessingToolBox.pdf>
- [35] MathWorks, “AlexNet convolutional neural network,” *The MathWorks, Inc.* <https://la.mathworks.com/help/deeplearning/ref/alexnet.html> (accessed Sep. 07, 2022).
- [36] J. Howse, *OpenCV Computer Vision with Python*. Mumbai: Packt Publishing Open Source, 2013. Accessed: Sep. 07, 2022. [Online]. Available: https://www.academia.edu/36437176/OpenCV_Computer_Vision_with_Python

- [37] S. Tosi, *Matplotlib for Python Developers*. Birmingham: Packt Publishing Open Source, 2009. Accessed: Sep. 07, 2022. [Online]. Available: https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=8Fs3AqAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT10&dq=python+matplotlib&ots=i0qKqg7S3r&sig=N_W63TI62RanGk1oVUTRASJNgyE#v=onepage&q=python matplotlib&f=false
- [38] “Java Platform Standard Edition 8 Documentation.” <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/> (accessed Sep. 07, 2022).
- [39] MathWorks, “Documentación en PDF para MATLAB,” *The MathWorks, Inc.* https://la.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/index.html (accessed Sep. 07, 2022).
- [40] Python Software Foundation, “Python 3.10.7 Documentation,” 2022. <https://docs.python.org/3/> (accessed Sep. 07, 2022).
- [41] L. Pantoja and C. Pardo, “Evaluando la Facilidad de Aprendizaje de Frameworks mvc en el Desarrollo de Aplicaciones Web,” *Mag. Spec. Eng. Vol. 10 (2016); 129-142*, vol. 10, p. 129, Mar. 2016, doi: 10.22490/25394088.1592.
- [42] C. Vanegas and S. Pinzón, “La máquina virtual de JAVA: la portabilidad del software,” *Tecnura 11*, 2002, Accessed: Sep. 07, 2022. [Online]. Available: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/6129/7653>
- [43] J. Marín, “Development of a software prototype for interactive dimensionality reduction including a representation quality measurement,” Universidad Yachay Tech, Urcuqui, 2021. Accessed: Sep. 07, 2022. [Online]. Available: <https://repositorio.yachaytech.edu.ec/bitstream/123456789/412/3/ECMC0071.pdf>
- [44] A. Ziogas, T. Schneider, T. Bennun, and A. Calotoiu, “Productivity, Portability, Performance: Data-Centric Python,” *ResearchGate*, 2021, Accessed: Sep. 07, 2022. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/353055983_Productivity_Portability_Performance_Data-Centric_Python
- [45] S. Falcón, “El lenguaje de programación Java usado en las telecomunicaciones,” Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán Y

- Valle, Lima, 2018. Accessed: Sep. 07, 2022. [Online]. Available: [https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/4125/SAMUEL MONOGRAFIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/4125/SAMUEL%20MONOGRAFIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [46] V. Katsikis, “Matlab - A Fundamental Tool for Scientific Computing and Engineering Applications,” *ResearchGate*, Sep. 2012, doi: 10.5772/3338.
- [47] Z. Du *et al.*, “BlastGUI: A Python-based Cross-platform Local BLAST Visualization Software,” *Mol. Inform.*, vol. 39, no. 4, Apr. 2020, doi: 10.1002/MINF.201900120.
- [48] A. A. Patiño, “Diseño y elaboración de la guía para sistemas digitales con arduino uno R3,” Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2014.
- [49] D. Escalante and D. Vargas, “Raspberry pi: la tecnología reducida en placa,” *Univ. Santiago Cali*, pp. 1–13, 2019, Accessed: May 31, 2022. [Online]. Available: <https://repository.usc.edu.co/>
- [50] S. M. Mesa, “Tarjetas de entrenamiento para el aprendizaje de electrónica programada con intel galileo basada en la plataforma arduino,” Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2016. Accessed: May 31, 2022. [Online]. Available: [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5641/1/04 RED 118 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5641/1/04%20RED%20118%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf)
- [51] Arduino, “Arduino UNO R3 Product Reference Manual,” 2021.
- [52] Raspberry Pi, “Raspberry Pi 4 Model B Datasheet,” *Raspberry Pi Datasheet*, vol. 1, Jun. 2019, Accessed: Sep. 07, 2022. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org>
- [53] Intel, “Intel Galileo Gen 2 Development Board,” *Intel Corp.*, Accessed: Sep. 07, 2022. [Online]. Available: <https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/datasheets/galileo-g2-datasheet.pdf>
- [54] R. López, “Metodologías ágiles de desarrollo de Software aplicadas a la gestión de proyectos empresariales,” *CORE*, pp. 1–6, Jan. 2015, Accessed: Jun. 05, 2022. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/reader/80296686>

- [55] J. Salvay, “Kanban y Scrumban orientados a Proyectos de Tecnología de la Información,” CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO CORDOBA IUA, Córdoba, 2017. Accessed: Jun. 05, 2022. [Online]. Available: <https://rdu.iua.edu.ar/handle/123456789/880>

ANEXOS

A.1 Alpha de Cronbach

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	SUMA
Persona1	1	4	4	5	2	2	1	1	4	24
Persona2	5	5	3	4	5	4	2	4	2	34
Persona3	5	4	4	5	4	4	4	4	4	38
Persona4	4	5	4	5	4	3	4	4	5	38
Persona5	5	3	3	5	4	4	4	3	3	34
Persona6	5	5	4	5	4	3	4	3	4	37
Persona7	3	3	5	4	3	4	3	3	3	31
Persona8	4	4	5	2	2	3	4	2	4	30
Persona9	4	4	5	2	4	3	4	3	4	33
Persona10	1	1	4	3	3	1	1	1	3	18
Persona11	5	3	4	4	3	1	3	2	4	29
Persona12	5	5	4	4	4	4	4	4	4	38
Persona13	3	3	4	2	3	4	3	4	3	29
Persona14	5	3	5	5	4	4	4	4	4	38
Persona15	5	5	4	5	3	4	4	4	4	38
Persona16	1	1	2	2	3	3	3	2	3	20
Persona17	1	2	1	3	3	1	1	3	3	18
Persona18	1	3	5	5	5	1	3	3	1	27
Persona19	1	5	5	4	3	3	5	3	3	32
Persona20	1	1	3	3	1	1	3	3	1	17
VARIANZA	3,25	1,94	1,15	1,40	0,98	1,50	1,33	0,95	1,06	

Fórmula para el alpha de Cronbach

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left(1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right)$$

$\alpha =$	0,84
K(Número de ítems)=	9,00
$\sum Vi$ (Varianza de cada ítem)=	13,56
Vt(Varianza total)=	53,61

Tabla de referencia para el valor del alpha de Cronbach

Cronbach's alpha	Internal consistency
$\alpha \geq 0.9$	Excellent
$0.9 > \alpha \geq 0.8$	Good
$0.8 > \alpha \geq 0.7$	Acceptable
$0.7 > \alpha \geq 0.6$	Questionable
$0.6 > \alpha \geq 0.5$	Poor
$0.5 > \alpha$	Unacceptable

A.2 Re-test de las entrevistas aplicadas

Tras haber aplicado nuevamente la entrevista a las autoridades y docentes luego de dos semanas se obtuvieron respuestas similares, lo que demuestra la validez y confiabilidad del instrumento. La siguiente matriz muestra las observaciones de las respuestas de cada entrevista.

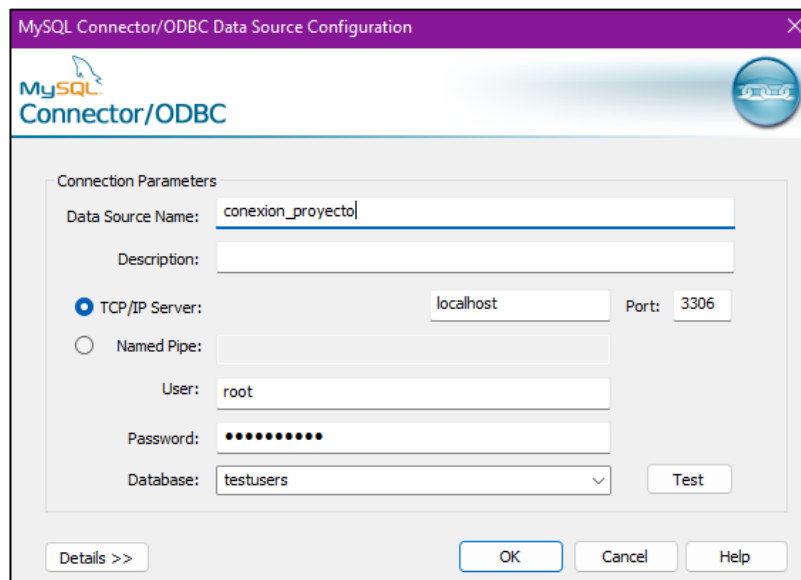
Entrevistado	Observación
Rectora	Las nuevas respuestas acerca de las medidas de seguridad tomadas por parte de la institución concuerdan con las contestadas anteriormente, pues indica el rol de las docentes durante el proceso de salida así como la comprobación de la información contenida en las fichas de cada estudiante en el momento que la persona se acerca a retirarlo. También indica los protocolos a seguir en los casos: Cuando no se identifica a persona que pretende retirar al estudiante así como cuando el estudiante no es retirado de la institución. De acuerdo a la tecnología de reconocimiento facial indica que está de acuerdo con su aplicación y la considera novedosa, del mismo modo recalca que los inconvenientes pueden ser los relacionados a fallas técnicas o del propio software.

<p>Vicerrectora</p>	<p>Las respuestas obtenidas tienen un alto grado de concordancia con respecto a las anteriores, pues indica nuevamente sobre la existencia de una ficha que contiene los datos de los estudiantes y sus representantes, esta ficha se usa para comprobar la identidad de la persona que viene a retirar al estudiante. Del mismo modo indica cuáles son los protocolos a seguir cuando no se identifica a la persona que pretende retirar al estudiante o cuando el estudiante no ha sido retirado, y consiste en realizar una llamada telefónica al representante. De acuerdo al reconocimiento facial indica nuevamente que el tiempo de identificación será la principal ventaja mientras que el proceso de adaptación por parte de los representantes puede ser una desventaja.</p>
<p>Docente de Nursery</p>	<p>Las respuestas obtenidas tienen concordancia con respecto a las anteriores ya que indica sobre la existencia de la ficha de datos de los estudiantes y representantes, así como el nombre las personas que están autorizadas a retirarlo, también hace referencia a la plataforma Idukay manejada por la institución, la cual sirve como un contacto directo entre la institución y el representante. Para el caso del protocolo llevado a cabo cuando no es posible identificar a la persona que pretende retirar al estudiante explica nuevamente que se realiza una llamada al representante para informarle de la situación. De acuerdo a la aplicación del reconocimiento facial vuelve a indicar que se considera novedosa y segura, sin embargo muestra incertidumbre sobre el tiempo que el proceso pueda llevar a cabo.</p>
<p>Docente de Prekínder</p>	<p>Las repuestas concuerdan con las anteriormente obtenidas, ya que indica nuevamente el procedimiento que lleva a cabo para realizar una entrega segura de los estudiantes uno a uno durante la salida, así como los protocolos llevados a cabo en caso de que un estudiante no sea retirado o alguien no autorizado pretenda hacerlo. De</p>

	<p>acuerdo al reconocimiento facial vuelve a considerar su aplicación como innovadora y de beneficio para la seguridad de los estudiantes.</p>
<p>Docente de Primero de básica</p>	<p>Las respuestas concuerdan con las anteriormente obtenidas, debido a que se vuelve a indicar sobre la existencia de la ficha que contiene datos de los estudiantes y representantes y la manera en que es usada para verificar la identidad de la persona que retira al estudiante. Del mismo modo indica nuevamente sobre las medidas que se toman en caso de no identificar a la persona que pretende retirar al estudiando o cuando un estudiante no ha sido retirado. De acuerdo a la aplicación de reconocimiento facial vuelve a indicar su aceptación y las ventajas que presentaría.</p>

A.3 Conexión con la base de datos

Creación de un nuevo origen de datos.



La conexión hacia la base de datos dentro de Matlab se realizó mediante la siguiente línea donde se indican el nombre de origen de datos, el usuario y contraseña.

```
conexion = database('conexion_proyecto','root','thexdcorp1');
```

A.4 Toma de datos faciales

Código para guardar los datos faciales.

```
function btnEmpezarGuardarDatosFaciales_Callback(hObject, eventdata, handles)
handles.axesRostro.Visible = 1;
cedula = handles.txtCedulaRepresentante.String;
cam = ipcam('http://192.168.100.176:8080/');
faceDetector = vision.CascadeObjectDetector;
cantidadFotos = 200;
fotosTomadas = 0;
while true
    img = cam.snapshot;
    rostroPosible = step(faceDetector,img);
    if ~exist(strcat('DataStorage\', string(cedula)), 'dir')
        mkdir(strcat('DataStorage\', string(cedula)));
    end
    if (sum(sum(rostroPosible))~=0)
        if (fotosTomadas>=cantidadFotos)
            cla(handles.axesRostro);
            helpdlg('Los datos faciales han sido guardados correctamente','Mensaje');
            break;
        else
            rostroTrue = imcrop(img, rostroPosible(1,:));
            rostroTrue = imresize(rostroTrue, [227,227]);
            fileName = strcat(num2str(fotosTomadas), '.bmp');
            imwrite(rostroTrue, strcat('DataStorage\', string(cedula), '\', fileName));
            fotosTomadas = fotosTomadas+1;
            axes(handles.axesRostro);
            imshow(rostroTrue);
        end
    end
end
end
```

A.5 Carga y entrenamiento de la red neuronal

Código para el entrenamiento de la red neuronal.

```
function btnEntrenar_Callback(hObject, eventdata, handles)
clc;
close all;
clear all;
folderSize = size(dir('DataStorage'))-2;
if (folderSize(1) >=1)
    CNN=alexnet;
    layers=CNN.Layers;
    layers(23)=fullyConnectedLayer(folderSize(1));
    layers(25)=classificationLayer;
    allImages=imageDatastore('DataStorage','IncludeSubfolders',true, 'LabelSource','foldernames');
    opts=trainingOptions('sgdm','InitialLearnRate',0.001,'MaxEpochs',20,'MiniBatchSize',64);
    myNet=trainNetwork(allImages,layers,opts);
    save myNet;
    Inicio;
else
    warndlg('Primero obtenga datos faciales de los representantes (Menú principal)','Alerta','modal');
end
Inicio
```

A.6 Webcam en red para el reconocimiento facial

Archivo de configuración del servicio Motion de Linux.

```
GNU nano 5.4 /root/.motion/motion.conf *
video_device /dev/video0
input -1
stream_quality 100
stream_maxrate 100
stream_port 8080
stream_localhost off
output_pictures off
movie_output off
framerate 15
ffmpeg_video_codec mpeg4
http://192.168.100.176:8080/webcam.cgi
width 640
height 480
auto_brightness off
constrast 0
saturation 0
start_motion_daemon=yes
```

A.7 Detección de rostros por Webcam en red

Código para la detección de rostro mediante la webcam en red, la red neuronal creada y la función CascadeObjectDetector para la detección del rostro.

```
cam = ipcam('http://192.168.100.176:8080/');
load myNet;
faceDetector=vision.CascadeObjectDetector;
```

A.8 Captura y clasificación del rostro detectado

Código para la clasificación del rostro detectado y predicción de la clase a la que pertenece.

```
img=cam.snapshot;
rostro = step(faceDetector,img);
```

```
rostroTrue=imcrop(img, rostro(1, :));  
rostroTrue=imresize(rostroTrue, [227 227]);  
[class] = classify(myNet, rostroTrue);
```

A.9 Manual de usuario

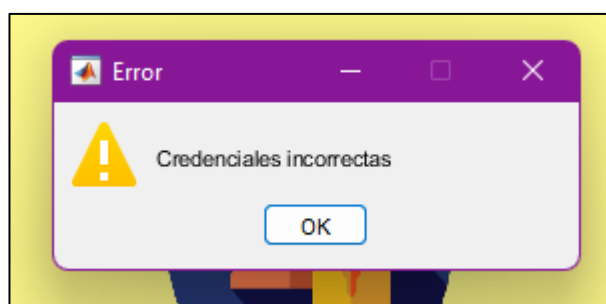
INGRESO AL SISTEMA

Para ingresar al sistema se deberá digitar el usuario y contraseña asignado, ya sea un administrador o un docente, y presionar sobre el botón **Ingresar**.



The image shows a login window with a yellow background and a dark green border. At the top, the title "Ingreso al sistema" is displayed in bold black text. Below the title is a circular icon containing a person silhouette and a padlock. Underneath the icon are two input fields: the first is labeled "Usuario" and the second is labeled "Contraseña". Below these fields is a green button with the text "Ingresar" in white, italicized font.

Si los datos del usuario o contraseña ingresados no son correctos, se mostrará un mensaje de alerta.



MENÚ PRINCIPAL DEL SISTEMA

En el menú del sistema se encuentran cuatro opciones: Registros, Reportes, Entrenar e Iniciar.



REGISTROS

El botón de **Registros**, permite ingresar los datos de los estudiantes de educación inicial, representantes y personas autorizadas a retirar a los estudiantes. Para acceder a esta opción se debe hacer click sobre el botón **Registros**.



Registro de estudiantes

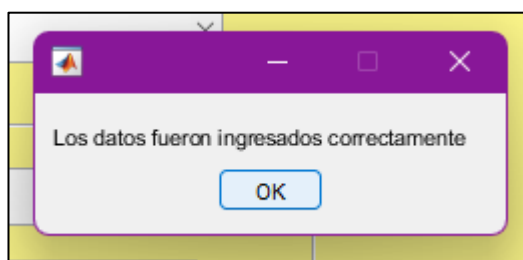
Para acceder al registro de los estudiantes se deberá seleccionar la opción **Estudiantes**.



Se ingresarán los datos como: Nombres, Apellidos, Cédula y Curso del estudiante. Una vez completado el formulario se hará click sobre el botón **Guardar**. Si se desea cancelar el registro se hará click sobre botón **Cancelar**.

The image shows a web form titled "Registros" with a yellow background. At the top, there is a dropdown menu labeled "Estudiantes". Below it, there are four input fields: "Nombres" with the value "Edwin Francisco", "Apellidos" with "Diaz Farias", "Cédula" with "1756421842", and "Curso" with a dropdown menu showing "Prekinder". At the bottom of the form, there are two buttons: a red "Cancelar" button and a green "Guardar" button.

Cuando los datos han sido guardados se mostrará un mensaje que indicará que el registro fue satisfactorio.



Registro de representantes

Para acceder al registro de los representantes se deberá seleccionar la opción **Representantes**.



Se ingresarán los datos como: Nombres, Apellidos, Cédula y se seleccionará al estudiante o estudiantes a quienes representa, los cuales están divididos en tres grupos: Nursery, Prekínder y Primero de básica.

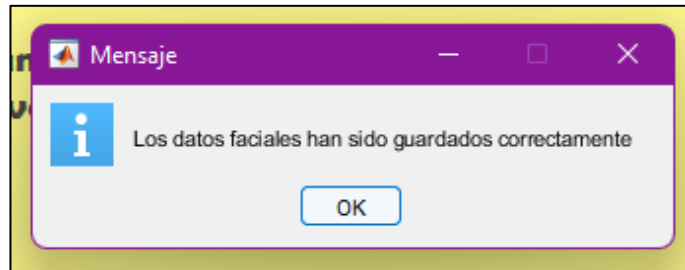
Una vez completado el formulario se hará click sobre el botón **Siguiente**. Si se desea cancelar el registro se hará click sobre botón **Cancelar**.

The screenshot shows a yellow-themed form titled "Registros". At the top, there is a dropdown menu labeled "Representantes". Below it, there are three input fields: "Nombres" with the value "Henry Dario", "Apellidos" with "Mendoza Zambrano", and "Cédula" with "1758420548". Underneath, there are three columns of user lists: "Nursery", "Prekinder", and "Primero de básica". Each list contains names and identification numbers. The "Mireya Quezada" entry in the "Primero de básica" list is highlighted in blue. At the bottom of the form, there are two buttons: a red "Cancelar" button and a green "Siguiente" button.

Cuando se selecciona la opción **Siguiente**, se mostrará una pantalla diferente donde se encuentran las instrucciones a seguir para comenzar con la toma de los datos faciales. Se debe hacer click sobre el botón **Empezar**.

The screenshot shows a yellow-themed screen titled "Registros". It contains the following text: "Observe a la cámara y mantenga su mirada sobre ella mientras gira levemente su rostro". Below this, there are two instructions: "De izquierda a Derecha" and "De Derecha a Izquierda". At the bottom, there are two buttons: a red "Volver" button and a green "Empezar" button.

El proceso de toma de datos faciales comenzará y detectará el rostro de la persona que esté frente a la cámara. Cuando los datos faciales hayan sido guardados se mostrará un mensaje que indique que el proceso ha sido ejecutado de forma correcta.



Registro de personas autorizadas

Para acceder al registro de las personas autorizadas se deberá seleccionar la opción **Persona autorizadas**.



Se ingresarán los datos como: Nombres, Apellidos, Cédula y se seleccionará al estudiante o estudiantes a quienes tiene permiso de retirar, los cuales están divididos en tres grupos: Nursery, Prekínder y Primero de básica.

Una vez completado el formulario se hará click sobre el botón **Siguiente**. Si se desea cancelar el registro se hará click sobre botón **Cancelar**.

Registros

Personas autorizadas

Nombres Carolina Diana

Apellidos Freire Egas

Cédula 1736984120

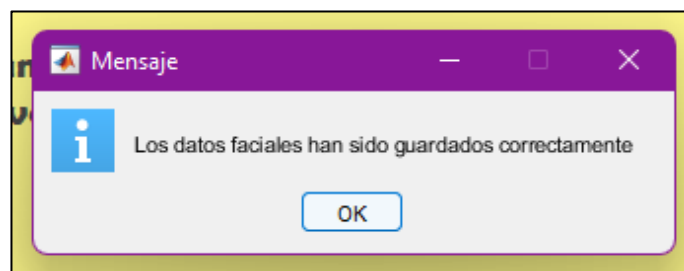
Nursery	Prekinder	Primero de básica
Juan Flores - 1702000004	Mariana Lopez - 1702000003	Lucia Mendez - 1702000007
Diana Guevara - 1702000005	Edison Villalba - 1702000006	Marcos Padilla - 1702000008
Eduardo Paredes - 170200000	Daniel Velazques - 170200000	Mireya Quezada - 1702000001
Miriam Abad - 1702000011	Elena Olalla - 1702000015	Alexis Fuentes - 170200001E
Belen Carrillo - 1702000012	Fabiana Jimenez - 1702000007	Andres Toapanta - 170200000C
Carlos Diaz - 1702000013	Guillermo Torres - 170200001	Ronny Araujo - 1702000020
Laura Montoya - 1702000023	Jorge Lolin - 1702000022	Juan Villalba - 1702000021
	Dennis Perez - 1702000024	Carlitos Monna - 170200002E

Cancelar Siguiente

Cuando se selecciona la opción **Siguiente**, se mostrará una pantalla diferente donde se encuentran las instrucciones a seguir para comenzar con la toma de los datos faciales. Se debe hacer click sobre el botón **Empezar**.

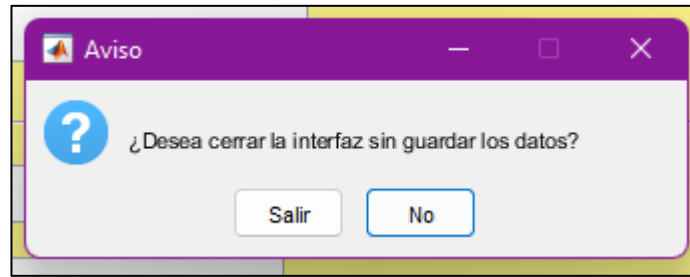


El proceso de toma de datos faciales comenzará y detectará el rostro de la persona que esté frente a la cámara. Cuando los datos faciales hayan sido guardados se mostrará un mensaje que indique que el proceso ha sido ejecutado de forma correcta.



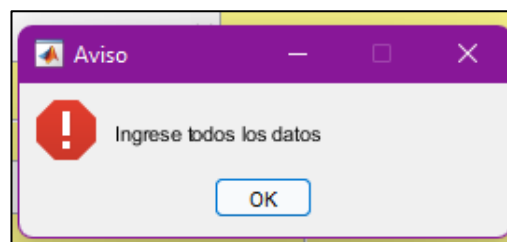
Confirmación para cancelar los registros

Cuando se haga click sobre el botón **Cancelar** en cualquiera de los tres tipos de registros: Estudiantes, Representantes y Personas autorizadas, se mostrará una ventana donde se pedirá la confirmación de la cancelación del registro.

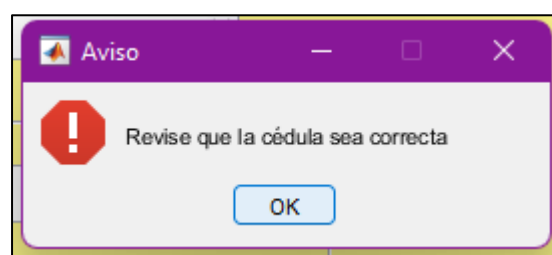


Ingreso correcto de datos

Si en el registro de estudiantes, representantes o personas autorizadas existen datos faltantes como: Nombres, apellidos, cédula o en el caso de representantes y personas autorizadas, no se ha seleccionado al menos un estudiante, se mostrará un mensaje donde se pide que se ingresen todos los datos.



Si en el registro de estudiantes, representantes o personas autorizadas la cédula contiene datos que no sean numéricos se mostrará un mensaje solicitando que se revise que la cédula sea correcta.



REPORTES

El botón de **Reportes** permite observar los registros de los retiros realizados entre un rango de fechas. Para acceder a esta opción se debe hacer click sobre el botón **Reportes**.

Reportes

Se abrirá el navegador predeterminado del sistema y mostrará la siguiente interfaz.

Registro de retiros por fechas

Desde:
dd/mm/aaaa 

Hasta:
dd/mm/aaaa 

[Buscar](#) [Inicio](#) [PDF](#)

Fechas	Personas	Estudiantes	Curso	Profesor
2022-08-01 00:35:50	Christian Fernando Calo Tisalema	Diana Carolina Lopez Figueroa	Prekinder	Marcia Jaguaco
2022-08-01 00:37:50	Naima Calo	Juan Villalba	Primero de básica	Ana Freire

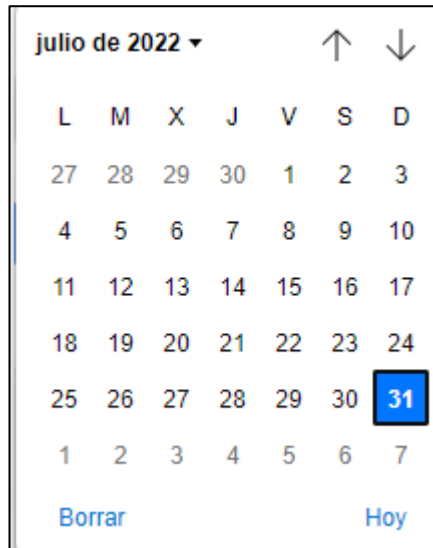
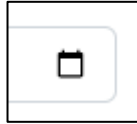
Rango de fechas

Por defecto se muestra una tabla con los registros realizados en el día actual. Para buscar registros por fechas se seleccionaran entre dos rangos de fechas (Desde y Hasta).

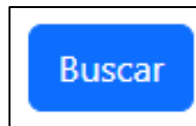
Desde:
dd/mm/aaaa

Hasta:
dd/mm/aaaa

Se debe hacer click sobre el ícono de calendarios y se seleccionarán ambas fechas.



Para visualizar los registros entre las fechas seleccionadas se hará click sobre el botón **Buscar**.

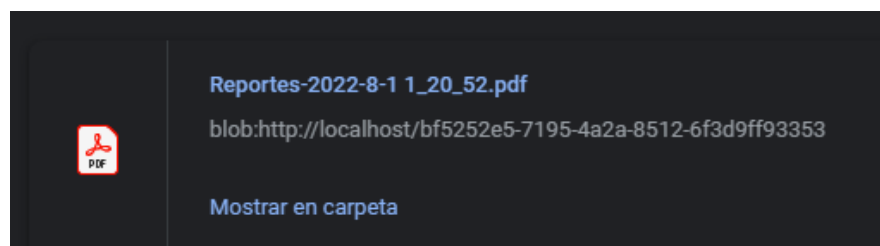


Reportes en PDF

Para obtener los reportes en formato de PDF se debe hacer click sobre el botón **PDF**.



Se creará un archivo en la carpeta de Descargas con el nombre de la fecha y hora en que se generó el reporte.



El reporte contiene la misma información mostrada en la tabla de navegador.

Reporte de registros				
Fechas	Personas	Estudiantes	Curso	Profesor
2022-08-01 00:35:50	Christian Fernando Calo Tisalema	Diana Carolina Lopez Figueroa	Prekinder	Marcia Jaguaco
2022-08-01 00:37:50	Naima Calo	Juan Villalba	Primero de básica	Ana Freire

ENTRENAMIENTO

El botón de **Entrenar** permite entrenar al sistema y deberá seleccionarse sólo cuando todos los registros tanto de estudiantes, representantes y personas autorizadas haya sido completado. Para acceder a esta opción se debe hacer click sobre el botón **Entrenar**. (Sólo los usuarios administradores tendrán habilitada esta opción).



Cuando se haya seleccionado esta opción el programa se cerrará automáticamente y comenzará el entrenamiento, el cual puede tardar varios minutos. Cuando el entrenamiento haya terminado, el sistema se volverá a abrir automáticamente y estará listo para usarse como identificador de los representantes y personas autorizadas.

INICIO DEL SISTEMA

El botón **Iniciar** permite iniciar el sistema de reconocimiento facial.



El sistema identifica y registra el retiro de forma automática tras detectar el rostro de la persona. Se observa la cédula asociada a la persona sobre el recuadro.



Desde el navegador predeterminado de la Raspberry Pi 4 se observarán del lado izquierdo las fotografías tomadas en el momento del registro y del lado derecho los nombres de los estudiantes a quienes esa persona tiene permiso de retirar.

Christian Calo 	Estudiantes Guillermo Torres Jorge Lolin
Edison Velasquez 	Estudiantes Belen Carrillo Fabiana Jimenez