



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**

**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA**

**ESCUELA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**TEMA:**

**“UTILIZACIÓN DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE CONTROL DE ASISTENCIA EN LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA”.**

**Autor:**

**Jose Arias Moran**

**Babahoyo – Los Ríos – Ecuador**

**2023**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación está dedicado a mi familia, mi mamá, hermanas y peluche, por sus ánimos y apoyo a su manera particular.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia por su apoyo y ánimos, a mis compañeros por hacer de la universidad la mejor etapa de mi vida. Les deseo de todo corazón que les vaya de lo mejor en sus vidas.

**AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

## **ACTA DE CALIFICACIÓN DEL TIC**

## CERTIFICACIÓN DE PORCENTAJE DE SIMILITUD CON OTRAS FUENTES EN EL SISTEMA DE ANTIPLAGIO

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular del estudiante: Arias Moran Jose Manuel, cuyo tema es: **Utilización de reconocimiento facial para optimizar la gestión de control de asistencia en los laboratorios de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática**, certifico que este trabajo investigativo fue analizado por el Sistema Antiplagio Compilatio, obteniendo como porcentaje de similitud de [ **1%** ], resultados que evidenciaron las fuentes principales y secundarias que se deben considerar para ser citadas y referenciadas de acuerdo a las normas de redacción adoptadas por la institución y Facultad.

Considerando que, en el Informe Final el porcentaje máximo permitido es el 10% de similitud, queda aprobado para su publicación.



CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
magister

### Jose Arias Revision Plagio

**< 1%** Similitudes

2% Texto entre comillas  
< 1% similitudes entre comillas

< 1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: Jose Arias Revision Plagio.docx	Depositante: undefined jose arias moran	Número de palabras: 10.752
ID del documento: 0c922958735f08ecfed587919e5a7e28dcb9d6d	Fecha de depósito: 31/3/2023	Número de caracteres: 69.635
Tamaño del documento original: 1,34 Mo	Tipo de carga: email_submission	
	fecha de fin de análisis: 31/3/2023	

Ubicación de las similitudes en el documento:



#### Fuentes

##### Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 Documento de otro usuario #995124 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (18 palabras)
2	 Documento de otro usuario #1d451 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (22 palabras)
3	 <a href="https://bibdigital.epn.edu.ec">bibdigital.epn.edu.ec</a>   Repositorio Digital - EPN: Generación de un modelo de recon... <a href="https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21510">https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21510</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (18 palabras)

Por lo que se adjunta una captura de pantalla donde se muestra el resultado del porcentaje indicado.

Ing. Wellington Isaac Maliza Cruz, Ph.D.

DOCENTE TUTOR

# ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Contextualización de la situación problemática .....	13
1.1.1. Contexto Internacional.....	13
1.1.2. Contexto Nacional.....	14
1.1.3. Contexto Local.....	14
1.2. Planteamiento del problema.....	15
1.3. Justificación.....	16
1.4. Objetivos de investigación.....	17
1.4.1. Objetivo general.....	17
1.4.2. Objetivos específicos.....	17
1.5. Hipótesis.....	17
CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO .....	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.2. Bases teóricas.....	19
CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA.....	30
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	31
3.2. Operacionalización de variables.....	32
3.3. Población y muestra de investigación.....	32
3.3.1. Población.....	32
3.3.2. Muestra.....	33
3.4. Técnicas e instrumentos de medición.....	34
3.4.1. Técnicas.....	34
3.4.2. Instrumentos.....	34
3.5. Procesamiento de datos.....	38
3.6. Aspectos éticos.....	38
CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	39
4.1. Resultados obtenidos de la investigación .....	39
4.1.1. Análisis e interpretación de datos.....	59
4.2. Discusión .....	67
CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	68
5.1. Conclusiones.....	68
5.2. Recomendaciones .....	69



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Operacionalización de variable independiente</i>	32
Tabla 2	<i>Operacionalización de variable dependiente</i>	32
Tabla 3	<i>Pregunta 1 encuesta dirigida a estudiantes</i>	39
Tabla 4	<i>Pregunta 2 encuesta dirigida a estudiantes</i>	40
Tabla 5	<i>Pregunta 3 encuesta dirigida a estudiantes</i>	41
Tabla 6	<i>Pregunta 4 encuesta dirigida a estudiantes</i>	42
Tabla 7	<i>Pregunta 5 encuesta dirigida a estudiantes</i>	43
Tabla 8	<i>Pregunta 6 encuesta dirigida a estudiantes</i>	44
Tabla 9	<i>Pregunta 7 encuesta dirigida a estudiantes</i>	45
Tabla 10	<i>Pregunta 8 encuesta dirigida a estudiantes</i>	46
Tabla 11	<i>Pregunta 1 encuesta dirigida a docentes</i>	47
Tabla 12	<i>Pregunta 2 encuesta dirigida a docentes</i>	48
Tabla 13	<i>Pregunta 3 encuesta dirigida a docentes</i>	49
Tabla 14	<i>Pregunta 4 encuesta dirigida a docentes</i>	50
Tabla 15	<i>Pregunta 5 encuesta dirigida a docentes</i>	51
Tabla 16	<i>Pregunta 6 encuesta dirigida a docentes</i>	52
Tabla 17	<i>Pregunta 7 encuesta dirigida a docentes</i>	53
Tabla 18	<i>Pregunta 8 encuesta dirigida a docentes</i>	55
Tabla 19	<i>Pregunta 1 entrevista personal encargado de los laboratorios</i>	55
Tabla 20	<i>Pregunta 2 entrevista personal encargado de los laboratorios</i>	56
Tabla 21	<i>Pregunta 3 entrevista personal encargado de los laboratorios</i>	56
Tabla 22	<i>Pregunta 4 entrevista personal encargado de los laboratorios</i>	57
Tabla 23	<i>Pregunta 5 entrevista personal encargado de los laboratorios</i>	57
Tabla 24	<i>Pregunta 6 entrevista personal encargado de los laboratorios</i>	57
Tabla 25	<i>Pregunta 7 entrevista personal encargado de los laboratorios</i>	58
Tabla 26	<i>Pregunta 8 entrevista personal encargado de los laboratorios</i>	58
<b>Tabla 27</b>	<b>Tabla comparativa de tecnologías de reconocimiento facial</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Conjunto de imágenes de entrenamiento</i>	21
Figura 2	<i>Eigenfaces del conjunto de entrenamiento</i>	22
Figura 3	<i>Ejemplo de Fisherfaces aplicado a un conjunto de imágenes</i>	23
Figura 4	<i>Puntos característicos de un rostro</i>	24
Figura 5	<i>Algoritmo LBP aplicado en una imagen</i>	25
Figura 6	<i>Método de coincidencia de gráfico de grupo elástico (EBGM)</i>	26
Figura 7	<i>Respuestas pregunta 1 encuesta estudiantes</i>	40
Figura 8	<i>Respuestas pregunta 2 encuesta estudiantes</i>	41
Figura 9	<i>Respuestas pregunta 3 encuesta estudiantes</i>	42
Figura 10	<i>Respuestas pregunta 4 encuesta estudiantes</i>	43
Figura 11	<i>Respuestas pregunta 5 encuesta estudiantes</i>	44
Figura 12	<i>Respuestas pregunta 6 encuesta estudiantes</i>	45
Figura 13	<i>Respuestas pregunta 7 encuesta estudiantes</i>	46
Figura 14	<i>Respuestas pregunta 8 encuesta estudiantes</i>	47
Figura 15	<i>Respuestas pregunta 1 encuesta docentes</i>	48
Figura 16	<i>Respuestas pregunta 2 encuesta docentes</i>	49
Figura 17	<i>Respuestas pregunta 3 encuesta docentes</i>	50
Figura 18	<i>Respuestas pregunta 4 encuesta docentes</i>	51
Figura 19	<i>Respuestas pregunta 5 encuesta docentes</i>	52
Figura 20	<i>Respuestas pregunta 6 encuesta docentes</i>	53
Figura 21	<i>Respuestas pregunta 7 encuesta docentes</i>	54
Figura 22	<i>Respuestas pregunta 8 encuesta docentes</i>	55

## **RESUMEN**

El avance tecnológico ha sido notable en los últimos años, este progreso no se ha limitado a los dispositivos electrónicos sino también ha afectado la manera en la que los seres humanos se desenvuelven en su día a día. En la actualidad, las personas se ven rodeadas de tecnología, ya sea para realizar sus actividades laborales o para el ocio y la seguridad, tanto personal como de sus pertenencias. Con la llegada de nuevas tecnologías, las cámaras de vigilancia han experimentado avances significativos, ya que ahora no se limitan únicamente a la captura de vídeo sino también cuentan con la capacidad para poder detectar patrones y parámetros fisiológicos.

La detección de patrones basadas en biometría brinda una novedosa herramienta para los usuarios, la cual podrá identificar a las personas que pasan por un área determinada; de esta manera, se podría llevar un control de accesos a áreas particulares de un establecimiento en las cuales el paso está restringido o limitado a ciertos usuarios en particular y en caso de un accidente o imprevisto tener una lista de personas que estuvieron presentes al momento del acontecimiento.

Este proyecto de investigación nace por la necesidad de utilizar la tecnología de identificación y autenticación facial para optimizar el control y la gestión de asistencia en los laboratorios de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática (F.A.F.I).

**Palabras Claves:** Control y Gestión de Asistencia, Reconocimiento Facial, Tecnología, Biometría

## **ABSTRACT**

Technological advances have been remarkable in recent years, this progress has not been limited to electronic devices but has also affected the way in which human beings carry out their daily lives. At present, people are surrounded by technology, either to carry out their work activities or for leisure and security, both personal and of their belongings. With the arrival of new technologies, surveillance cameras have experienced significant advances, since now they are not limited only to video capture but also have the ability to detect patterns and physiological parameters.

Biometric-based pattern detection provides a novel tool for users, which will be able to identify people passing through a given area; In this way, access control could be carried out to particular areas of an establishment in which the passage is restricted or limited to certain users in particular and in case of an accident or unforeseen event, have a list of people who were present at the time of the incident. event.

This research project was born from the need to use facial identification and authentication technology to optimize the control and management of assistance in the laboratories of the Facultad de Administración, Finanzas e Informática (F.A.F.I).

Keywords: Attendance Control and Management, Facial Recognition, Technology, Biometrics

## CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN

### 1.1. Contextualización de la situación problemática

#### 1.1.1. Contexto Internacional.

El reconocimiento facial se encuentra en gran apogeo en la última década, principalmente, por su habilidad que permite identificar a las personas mediante el uso de la biometría, la cual identifica las características físicas del rostro humano para luego compararlo con los datos almacenados en una base de datos, obteniendo la mejor coincidencia y de esta manera poder reconocer a la persona.

El reconocimiento facial ha sido sujeto de varias investigaciones en los últimos años, tales como “*Class Attendance Management System Using Face Recognition*” (2018), tecnología que es increíblemente versátil a causa que se puede usar para distintos fines como la seguridad demostrada en la investigación “*Utilización Del Sistema De Reconocimiento Facial Para Preservar La Seguridad Ciudadana*” (2021). Alrededor del mundo se ha decidido emplearla desde hace unos cuantos años en distintos ambientes, teniendo como ejemplo a la ciudad de Hangzhou – China donde el gobierno ha decidido usar cámaras con la capacidad de reconocimiento facial con el propósito de monitorear y regular el ingreso y egreso de estudiantes de colegios y universidades. Según relata (Mozur, 2018) en un reportaje para el New York Times, además de llevar la asistencia estas cámaras también pueden detectar el estado de ánimo de los estudiantes.

China no es el único país que ha decidido utilizar esta tecnología en su región, Corea del Sur cuenta con algunas empresas como LG Uplus que han optado por esta tecnología para llevar un control de sus empleados (Joo, 2019).

Estas técnicas de reconocimiento no solo se pueden aplicar en lugares privados sino también en establecimientos públicos. Así es como en el mundo occidental también se tienen precedentes del uso del reconocimiento facial por diversas instituciones gubernamentales de los Estados Unidos, uno de estos ejemplos es de la Administración de Seguridad en el Transporte (T.S.A) la cual ha lanzado un programa para identificar usuarios de 16 aeropuertos de alto tráfico (Univision, 2022).

### ***1.1.2. Contexto Nacional.***

Ecuador no es ajeno a esta tendencia de usar el reconocimiento facial, se han realizado varias investigaciones en este campo tales como “*Sistema web de reconocimiento facial para control de acceso biométrico, utilizando inteligencia artificial*” (2020) y “*Diseño e implementación de un sistema de identificación de personas basado en servicios de reconocimiento facial en la nube*” (2021) demostrando que, en el país el uso de esta tecnología está ganando fuerza. También se han hecho esfuerzos para implementar esta técnica de reconocimiento de personas en varias ciudades del país.

En el 2020 se produjeron los primeros frutos de la utilización de esta tecnología al lograr identificar a 45 individuos que cometieron algún tipo de delito en la capital del país (El Comercio, 2020). Quito no es la única ciudad en la que se utiliza esta técnica, en Ambato se han instalados 16 cámaras de vigilancia en la avenida principal 12 de noviembre donde 8 cámaras estarán inspeccionando cada una de las paradas en dicha avenida (El Herald, 2022). Tulcán ha sido otra de las ciudades que ha optado por utilizar este tipo de cámaras instalándose en 22 puntos estratégicos de la ciudad (El Comercio, 2023).

### ***1.1.3. Contexto Local***

Si bien ya existen precedentes del uso de la tecnología de reconocimiento facial en el país, en el ámbito local no se han realizado investigaciones con respecto al tema, así como en la ciudad de Babahoyo todavía no se ha invertido en esta tecnología, la Universidad Técnica de

Babahoyo (UTB) cuenta con cámaras de vigilancia tradicionales tanto para exteriores como en el interior de sus instalaciones, de esta manera se mantiene la custodia del inmobiliario de la organización.

## **1.2. Planteamiento del problema**

En los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I) la manera en la que se lleva el control de asistencia es mediante un formato impreso en el cual consta el nombre del docente que imparte la clase, el encargado del laboratorio y el espacio para que los estudiantes ingresen sus datos como su número de cédula, nombres, apellidos y el número de equipo que utilizaron.

Siendo este un proceso completamente manual se presentan problemas inherentes tales como: falta de precisión al registrar la asistencia debidos a errores humanos y el tiempo que toma realizar todo el proceso en especial si se cuenta con una gran cantidad de estudiantes, siendo el caso en los niveles iniciales de las distintas carreras que se imparten en la facultad donde la cantidad de alumnos es mucho mayor comparado a niveles superiores; mientras haya más alumnos puede ser más difícil establecer un patrón de asistencia. En adición, esta manera de llevar la asistencia es susceptible a la falsificación ya sea por los mismos estudiantes o el personal encargado, este proceso no es exacto debido a que no se toma en cuenta todas las personas que ingresaron, solo a las que deberían estar ahí, y es así como una persona ajena a la clase puede entrar y su presencia no estará registrada en el formato.

Los procesos realizados de forma manual dependen mucho de las personas a cargo las cuales tienen otras obligaciones que cumplir, existiendo la posibilidad que el control de asistencia sea omitido accidentalmente. Para la generación de informes se necesita transcribir, verificar y validar la información física antes de pasarla a un archivo digital lo cual requiere una cantidad significativa de tiempo, aumentando la carga de trabajo del personal encargado.

De esta manera se nos presenta el problema de la investigación: ¿Cómo utilizar el reconocimiento facial para la gestión del control de asistencia en los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F. I)?

### **1.3. Justificación.**

La presente investigación permitirá optimizar el proceso de gestión de control de asistencia para los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I). La relevancia de llevar a cabo esta labor se encuentra en que aportará grandes beneficios tales como la automatización del proceso y la reducción del tiempo y esfuerzo que se dedicaba a esta tarea, permitiendo que el personal encargado se enfoque en tareas de mayor prioridad y así aprovechar mejor su tiempo.

Con este trabajo se plantea utilizar el reconocimiento facial para mejorar la seguridad y vigilancia de los equipos del laboratorio debido a que se podrá identificar a los usuarios de mejor manera que mediante medios tradicionales. De la misma manera se optimizaría el proceso de control de asistencia de los estudiantes, docentes y personal encargado que ingresen al laboratorio. Mediante la elaboración de esta propuesta se planea automatizar dicho proceso, haciendo que la asistencia de las personas quede registrada de manera automática al momento de entrar a las instalaciones, de esta manera se evita el uso de formatos en papel el cual pueden echarse a perder o extraviarse en cualquier momento.

En el ámbito local no se han realizado investigaciones en el campo del reconocimiento facial, por lo cual este es un trabajo novedoso que busca optimizar el proceso de gestión de control de asistencia en los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática.

La utilización de la tecnología del reconocimiento facial en los laboratorios mejoraría la imagen tanto de la facultad como de la institución en general al contar con un método

innovador para llevar el control de asistencia de manera automática demostrando la capacidad de estar a la vanguardia en el uso de las nuevas tecnologías. Por estos motivos es que, la realización de esta propuesta es conveniente para las partes interesadas.

#### **1.4. Objetivos de investigación.**

##### ***1.4.1. Objetivo general.***

Analizar el uso del reconocimiento facial para la optimización de la de gestión de control de asistencia en laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

##### ***1.4.2. Objetivos específicos.***

- Identificar los principales problemas y obstáculos que afectan el proceso de control de asistencia en los laboratorios de la facultad.
- Comparar las tecnologías de reconocimiento facial, con el propósito de elegir la tecnología que se ajuste de manera óptima a nuestros requerimientos.
- Especificar los requisitos mínimos de hardware en que el sistema de reconocimiento facial se pueda ejecutar.

#### **1.5. Hipótesis.**

La utilización del reconocimiento facial mejorará la gestión de control de asistencia en los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I).

## **CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes.**

Identificar a las demás personas es una necesidad básica del ser humano al ser este un ser social por naturaleza, este proceso puede ser tan complejo o sencillo dependiendo del ámbito en el que se aplique; si estamos caminando por la calle bastará con ver un rostro familiar para

identificar a esa persona, pero, si estamos por ingresar a un establecimiento privado nos pedirán algún documento para validar nuestra identidad.

A medida que han transcurrido los años y ha avanzado la tecnología se ha progresado de gran manera en la identificación de personas, una de las técnicas con mayor fama en la actualidad es la del reconocimiento facial.

Esta técnica se utiliza para identificar o reconocer a un individuo por medio de sus rasgos faciales distintivos, estos incluyen, pero no se encuentra limitado, a factores como: distancia entre los ojos, forma de la nariz, y la distancia entre ésta y los labios.

Esta tecnología se encuentra en gran apogeo durante los últimos años debido a su facilidad de uso y la optimización de procesos como la autenticación del personal de una institución optimizando el proceso de control de asistencia.

El reconocimiento facial cuenta con un largo proceso de desarrollo tal y como lo describen los autores (Insaf, Abdeldjalil, Amir, & Abdelmalik, 2020) en su obra *“Past, Present, and Future of Face Recognition: A Review”* iniciando en 1964, Woodrow Wilson Bledsoe y su equipo de investigadores de la cual formaban parte Helen Chan y Charlie Bison decidieron crear un programa de computadora con la finalidad de que este pueda identificar a las personas por medio de sus rostros, el programa llevó por nombre *“Man-Computer Symbiosis”*, sin embargo, no tuvieron resultados favorables debido a la limitada tecnología de la época.

Este fue el primer paso en el desarrollo del reconocimiento facial, en esta etapa la falta de poder de cómputo y la tecnología no era la adecuada. Con el paso del tiempo y las mejoras en los equipos electrónicos, en especial las cámaras, se logró avanzar en las técnicas de identificación. Así, en la década de 1990 se crearon métodos de identificación de rostros a través del uso de algoritmos de reconocimiento de patrones que consideraban características físicas como el espacio entre los ojos, la distancia de la nariz, etc. (NEC, 2022).

En el año 2001 se presentó al público el primer sistema capaz de identificar rostros “*FaceIt*” desarrollado por la empresa Visionics siendo este creado con la finalidad de identificar a supuestos criminales comparando las imágenes de video en vivo con los datos biométricos almacenados en una base de datos.

2011 fue el año marcado por un hito importante en el avance del reconocimiento facial con la introducción del “*Deep Learning*” o aprendizaje profundo en su traducción directa, utilizando redes neuronales los sistemas de identificación podrían aprender y, de esta manera, mejorar sus algoritmos de reconocimiento aumentando considerablemente la precisión al momento de encontrar una coincidencia correcta. Gracias a estos avances el reconocimiento facial ha tenido un crecimiento exponencial hasta la actualidad.

En el país, las investigaciones y uso del reconocimiento facial aún se encuentran en una fase temprana de implementación, sin embargo, esto no ha impedido que se realicen proyectos en este tema, es así que tenemos investigaciones como “*Generación de un modelo de reconocimiento facial en vídeos usando redes neuronales convolucionales bajo un esquema de aprendizaje por transferencia*” (2021). Este es solo un ejemplo de los trabajos que se realizan en el Ecuador haciendo uso de esta tecnología. Así mismo ciudades como Ambato, Quito y Tulcán han optado por utilizar equipos de vigilancia que utilicen la tecnología del reconocimiento facial con la finalidad de reforzar la seguridad en la vía pública.

Actualmente, el reconocimiento facial es utilizado en diferentes entornos, desde el bloqueo y desbloqueo de un teléfono móvil hasta el hecho de poder identificar a personas que han tenido problemas con la ley.

## **2.2. Bases teóricas**

### **Reconocimiento facial**

La técnica de reconocimiento facial es aquella que busca identificar a una persona mediante la comparación entre dos imágenes, siendo la primera la imagen en vivo de la persona a identificar y la segunda la que se encuentra registrada en la base de datos del sistema. Entre ellas se comparan los datos biométricos del individuo como lo son las características fisiológicas del rostro humano. Según los autores (Yaping, Xuequan, & Shang, 2021) para el análisis de rostros existen dos enfoques: uno basado en características y el otro en modelos.

El análisis basado en características, también llamado análisis basado en apariencias, es descrito por (Yassin, Maher, Ayman, & Mohamed, 2020) como aquel que utiliza las cualidades físicas del rostro humano como la forma de sus ojos, nariz, boca y la distancia entre ellos. Este tipo de análisis funciona debido a la idea base en que cada persona cuenta con rasgos faciales únicos que lo distingue de los demás, siendo estos esenciales para poder identificar a las personas.

Para poder analizar dichas características se utiliza el análisis de componentes principales “PCA” (por sus siglas en inglés), el cual transforma el reconocimiento a un problema espacial en el que es válido aplicar técnicas estadísticas. Entre sus principales ventajas se encuentra el uso de imágenes pequeñas o de baja resolución, lo que agiliza el proceso de ejecución permitiendo su utilización en sistemas de tiempo real. Los autores (Erwin, Azriansyah, Hartuti, Fachrurrozi, & Adhi, 2019) en su estudio “*A Study about Principle Component Analysis and Eigenface for Facial Extraction*” describen la técnica de *Eigenfaces* la cual hace uso de PCA para tomar los componentes únicos de un rostro y convertirlos a vectores propios de una matriz, obteniendo los datos únicos del rostro en un menor tamaño sin perder información relevante. Para hacer esto se obtienen las variaciones estadísticas de las imágenes generando un conjunto de características globales entre las imágenes.

## Figura 1

Conjunto de imágenes de entrenamiento



*Nota. Adaptado de Towards Data Science [Imagen], por (Acar, 2018), Towards Data Science (<https://towardsdatascience.com/eigenfaces-recovering-humans-from-ghosts-17606c328184>)*

## Figura 2

### *Eigenfaces del conjunto de entrenamiento*

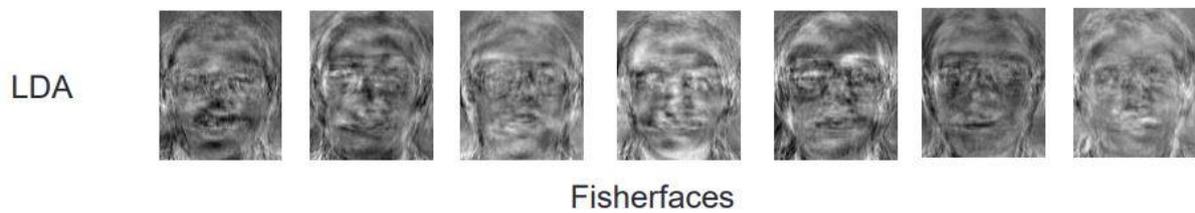


*Nota. Adaptado de Towards Data Science [Imagen], por (Acar, 2018), Towards Data Science (<https://towardsdatascience.com/eigenfaces-recovering-humans-from-ghosts-17606c328184>)*

Otro método que utiliza el enfoque basado en características es el Análisis de Discriminante Lineal este lleva el nombre de *Fisherfaces*. (Sunaryono, Siswantoro, & Anggoro, 2021) indican que este método presenta mejores respuestas ante distintas variaciones como la iluminación, al costo de requerir mayor poder de cómputo en comparación a *EigenFace*. Con este método se obtiene mayor precisión en el reconocimiento bajo diferentes condiciones de iluminación, siendo una buena opción para sistemas que requieran una identificación de rostros con un alto grado de precisión.

### Figura 3

*Ejemplo de Fisherfaces aplicado a un conjunto de imágenes*



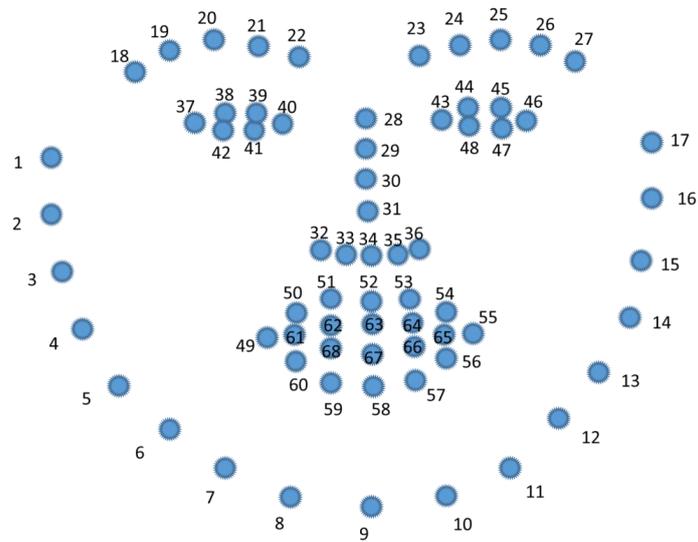
*Nota. Adaptado de BaseApp [Imagen] por (Moosa, 2018), BaseApp (<https://www.baseapp.com/deepsight/a-comprehensive-guide-to-facial-recognition-algorithms/>)*

El análisis basado en modelos parte de la idea de que los rostros pueden ser modelados utilizando métodos matemáticos como si fueran superficies complejas. Mediante este enfoque se crea un modelo 3d del rostro y se lo compara con la imagen utilizada de referencia para verificar la identidad, lo cual requiere un conocimiento previo de las imágenes; además de ser un proceso de mayor complejidad que toma más tiempo cuenta con la ventaja de ser menos susceptible a los cambios de entorno. Las técnicas que utilizan este análisis son: análisis de distancias a puntos característicos, patrones de binarios locales (LBP) y el método de coincidencia de gráfico de grupo elástico (EBGM).

El análisis de distancias a puntos característicos según (Anwarul & Dahiya, 2021) se enfoca en el uso de puntos geométricos en el rostro humano, partiendo de lugares específicos de esta manera se crean los vectores de distancia entre estos puntos, mientras existan más de estos vectores mejor será el resultado final.

## Figura 4

### *Puntos característicos de un rostro*

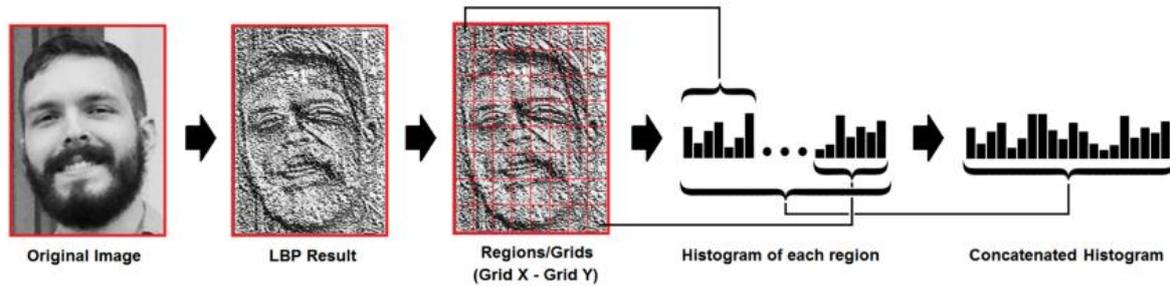


*Nota. Adaptado de Facial Landmarks for Face Recognition with Dlib [Imagen], por (Serengil, 2020).*

Los patrones de binarios locales es un algoritmo famoso por su capacidad de describir las texturas locales como lo indican (Allagwail, Gedik, & Rahebi, 2019), este es utilizado en variedad aplicaciones de reconocimiento de patrones y procesamiento de imágenes, su funcionamiento consiste en etiquetar un píxel según el valor de los píxeles vecinos. Para ello, se consideran los píxeles cercanos al píxel de interés y se establece un umbral de cercanía que indica si la intensidad del píxel vecino es mayor o menor que la del píxel de referencia, este proceso se realiza para cada píxel en la imagen.

**Figura 5**

**Algoritmo LBP aplicado en una imagen**



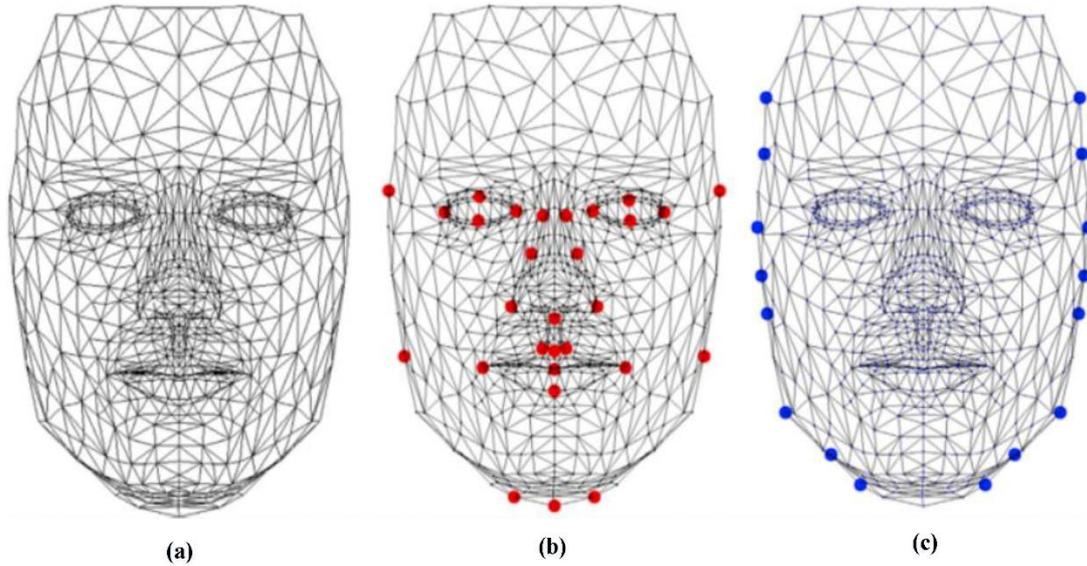
*Nota. Adaptado de Towards Data Science [Imagen] por (Prado, 2018), Towards Data Science (<https://towardsdatascience.com/25ase-recognition-how-lbph-works-90ec258c3d6b>)*

El método de coincidencia de gráfico de grupo elástico también conocido como Correspondencia entre grupos de grafos elásticos, es descrito por (Kaur, Krishan, Sharma, & Kanchan, 2020) como un algoritmo diseñado para realizar tareas, así, el reconocimiento facial puede llevarse a cabo mediante el uso de puntos de interés en lugar de la cara completa. Este método se divide en dos etapas claramente definidas. En la primera etapa, se busca posicionar un conjunto de puntos de referencia en el rostro de la persona con la ayuda de un modelo estadístico, los puntos son colocados en nodos sobre lugares de interés del rostro puesto que son fáciles de localizar además de los puntos utilizados. En este método deben tener la misma ubicación en todos los rostros, ya que, deben mantener la simetría natural del rostro.

En la etapa siguiente se utilizan las *wavelets* de Gabor, descritas de manera simple, son filtros espaciales de paso banda con el objetivo de lograr la máxima resolución conjunta de información en espacios de dos dimensiones, tanto la dimensión espacial como de frecuencia. Con su uso filtramos las frecuencias de una imagen obteniendo las que se encuentran en la banda deseada, de esta manera identificando las características únicas de una imagen. Una vez realizado esto se extraen las características de los puntos y se calcula la distancia entre el conjunto obtenido y el del individuo a identificar. A través de este proceso es que se podrá identificar a la persona.

**Figura 6**

**Método de coincidencia de gráfico de grupo elástico (EBGM)**



*Nota. Adaptado de Face Recognition Systems: A Survey [Imagen] por (Yassin, Maher, Ayman, & Mohamed, 2020)*

Sin importar el método a escoger estos presentan ventajas y desventajas en diferentes aspectos, tales como la exactitud de la coincidencia, la rapidez con que se logra realizar la comparación y la complejidad de la implementación, además de factores externos ya mencionados como la iluminación, sombras, la rotación de la cabeza y la expresión del rostro.

Para aplicar cualquiera de las técnicas de reconocimiento facial previamente descritas no se necesita equipo de alta gama para poder lograr identificar una persona. Para capturar la imagen en tiempo real de una persona basta con una cámara sencilla debido a que para trabajar de manera eficiente con estos algoritmos y ahorrar tiempo de procesamiento la imagen a guardar en la base de datos suele ser pequeña, como se demuestra en el artículo “ Reducción y Extracción de características faciales en imágenes utilizando análisis discriminante lineal (LDA) y análisis del componente principal” (Serrano, Ortega, Fernandez, & Hurtado, 2021) en el cual parten de una base de 396 imágenes de 640 x 490 píxeles y, posteriormente, cada una de estas imágenes es recortada a la zona de interés el rostro obteniendo imágenes de un

tamaño de 50 x 50, aminorando el tiempo que le tomara al sistema comparar la imagen recibida en tiempo real con la que se encuentra en su base de datos.

El reconocimiento facial es aplicado en distintas situaciones, por ejemplo, en una empresa o institución se utiliza para controlar los accesos a áreas restringidas o en instituciones bancarias es utilizado para verificar la identidad de la persona que se encuentra realizando una transacción. Aunque la principal función de esta tecnología sea la identificación de personas, cuenta con varios campos de acción en los cuales puede aplicarse.

Para obtener un desempeño aceptable al momento de utilizar el reconocimiento facial se necesita contar con un dispositivo que cumpla con requisitos de hardware mínimos. Como se indica en la documentación oficial de la biblioteca de visión artificial "*OpenCV*" y las pruebas realizadas en el microcontrolador "*Raspberry Pi*" por el autor (Milburn, 2019) para el procesamiento de imágenes se necesita de al menos un procesador de 1 GHz, cámara de al menos 720 p para capturar imágenes con calidad optima y una memoria ram de 1 GB; una unidad de GPU dedicada no es un requisito esencial para poder trabajar, pero al contar con una se obtendrá un mejor desempeño, de igual manera tener mayor cantidad de memoria y un procesador más poderoso disminuirá los tiempos de carga y permitirá trabajar con mayor cantidad de datos.

## **Aprendizaje Automático**

El aprendizaje automático o "*Deep Learning*" en inglés, hace referencia a los algoritmos y conjunto de técnicas que le permiten a las computadoras o sistemas de información aprender, es decir, que puedan realizar tareas para las cuales no fueron programadas de manera explícita. Según el fundador de DeepLearning.AI Andrew Ng, el aprendizaje automático comprende un conjunto de métodos que facilitan que los modelos representen y solucionen problemas

complejos mediante la detección y extracción de patrones, el mismo autor indica que existen tres categorías del aprendizaje automático: supervisado, no supervisado y por refuerzo.

El aprendizaje automático supervisado se caracteriza por el uso de datos de entrenamiento previamente clasificados, con la finalidad de que el modelo a utilizar pueda aprender a clasificar los nuevos datos que se le presenten basándose en los datos con los que fue entrenado. Andrew Ng describe bases en las que se fundamenta este tipo de aprendizaje, las cuales incluyen: Teorema de Bayes, detalla que se puede conocer la probabilidad de que ocurran una serie de eventos **An** a los cuales se le sumará un evento **B** que añade información. Debido a la probabilidad de que suceda **B** varía de acuerdo si el evento **An** sucedió, de manera matemática esto se expresa con la siguiente fórmula:

$$P\left(\frac{An}{B}\right) = \frac{P\left(\frac{B}{An}\right) P(An)}{P(B)}$$

Otra de las bases de este tipo de aprendizaje es la teoría de la información, Claude Shannon fue quien propuso en los años 40, esta teoría se enfoca en el tamaño de información que puede recorrer un medio o canal de comunicación. Entre sus áreas de aplicación se encuentran las tecnologías de comunicación, la codificación de información y la inteligencia artificial.

El aprendizaje automático no supervisado es aquel que no hace uso de datos previamente clasificados, los sistemas que hacen uso de esta técnica tienen la finalidad de encontrar patrones y relacionar datos entre una gran cantidad de información sin tener clases o etiquetas definidas con anterioridad. Los autores (Min, y otros, 2018) en su libro “*A Survey of Clustering With Deep Learning: From the Perspective of Network Architecture*” describen las técnicas que se utilizan para lograr este tipo de aprendizaje las cuales son: clustering, reducción de dimensionalidad, detección de anomalías y la generación de modelos probabilísticos.

Clustering es el término que se le designa a la técnica utilizada para poder agrupar datos con relaciones o patrones similares en conjuntos llamados clusters; cada uno de estos grupos comparten características entre sí que los diferencian del resto de conjuntos. La reducción de dimensionalidad busca reducir aquellas características poco importantes para optimizar el proceso de agrupación. La detección de anomalías realiza la actividad que su nombre describe, es decir, aparta aquellos datos que difieren mucho de la media que se tiene. Por último, la generación de modelos probabilísticos es aquel que se encargará de realizar predicciones basadas en los datos que se suministraron.

El Aprendizaje automático por refuerzo es descrito por los autores (Barto & Sutton, 2018) como un enfoque en el que un agente interactúa con un entorno y aprende a tomar acciones que maximizan una señal de recompensa. Este aprendizaje tiene sus bases fundamentadas en la teoría del control óptimo la cual, según (Sethi, 2018), es la determinación de un conjunto de comandos de control que producen un comportamiento del sistema óptimo según cierto criterio.

El fundamento para el funcionamiento de este tipo de aprendizaje automático es que el agente aprenda a tomar una decisión siguiendo una política de decisión. Este sistema cuenta con elementos claves para su aprendizaje entre los cuales se encuentran el agente, entorno, acciones, percepciones y señal de recompensa. Siendo estos descritos de manera simplificada, el agente es el encargado de realizar las decisiones en base a su entorno, de sus conocimientos anteriores y de sus percepciones; el entorno es todo lo que rodea al agente, las acciones son los actos que el agente realiza para influir en su entorno y las percepciones es la información recibida del entorno. El desempeño del agente es medido a través de la señal de recompensa, medición que indica la efectividad del agente en sus tareas.

## **Gestión de control de asistencia**

El control de asistencia dentro de una institución educativa es de suma importancia para el proceso de enseñanza, tanto para la institución como para los estudiantes. Debido al hecho de que la asistencia es uno de los requisitos académicos principales para ambas partes, existen varias técnicas que van desde lo sencillo como tomar lista hasta el uso de tecnología para poder cumplir con la gestión del control de asistencia. Entre las tecnologías que se usan tenemos el uso de tarjetas de acceso y sistemas de reconocimiento biométricos.

El uso de tarjetas para identificar a la persona que está ingresando a las instalaciones de una institución es una técnica que lleva varios años en uso, al día de hoy su uso está ampliamente aceptado utilizándose en distintas organizaciones como entidades gubernamentales, empresas privadas hasta universidades. Estas tarjetas contienen datos personales esenciales para la identificación del individuo como un número único de identidad, sus nombres y apellidos, así como el departamento al que pertenece en caso de ser un empleado o en el caso de los estudiantes la carrera a la que pertenece. Así, esta información es procesada por el lector de tarjetas para que este proceda a registrar la entrada o salida de la persona.

En los últimos años, ha habido un aumento en el uso de sistemas de reconocimiento biométrico, tanto así que el sitio (Markets and Markets, 2022) espera un crecimiento del 14.1% en el mercado de la tecnología biométrica, pasando de valer 42.9 miles de millones de dólares estadounidenses a 82.9 miles de millones para el año 2027, esto debido a la creciente demanda de soluciones de autenticación e identificación. Estos sistemas hacen uso de las características únicas de cada persona como lo son la huella digital, el iris o el rostro para identificar a las personas y así llevar un control de asistencia.

### **CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA.**

La metodología de investigación es descrita según (Creswell, 2018) como un enfoque o perspectiva general para abordar una investigación, que comprende la recolección y análisis de

datos, la interpretación de resultados y la comunicación de hallazgos. Tomando esa descripción como base, la metodología de investigación se fundamenta en el conjunto de técnicas y procedimientos aplicados para llevar a cabo una investigación sistemática y rigurosa.

La metodología a usar en este proyecto de investigación es la del método inductivo – deductivo; el primero se utilizará para la recopilación de información relevante del uso del reconocimiento facial en otros ámbitos, como empresas o instituciones del gobierno, y el impacto que este ha tenido en estos entornos. El método deductivo parte de una teoría previa de cómo funciona el reconocimiento facial y, a partir de esto, aplicarla al contexto de los laboratorios de la facultad generando una hipótesis y el experimento para verificar dicha hipótesis.

### **3.1. Tipo y diseño de investigación.**

La presente investigación es del tipo descriptiva, debido a que describiremos la utilización del reconocimiento facial para optimizar la gestión de control de asistencia en los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I) para poder determinar su viabilidad y efectividad. La investigación también estará respaldada por la investigación documental necesaria para compilar información previa sobre el tema.

La investigación documental es esencial en el desarrollo de muchos temas, como se describió con anterioridad, esta permite la recopilación de información y conocimientos previos sobre el objeto de investigación. Para el desarrollo de esta investigación se llevará a cabo una revisión exhaustiva de fuentes de información relacionadas con el tema de investigación confiables como: artículos científicos, libros, tesis, informes y publicaciones en línea con la finalidad de recopilar información relevante del tema de estudio.

### 3.2. Operacionalización de variables.

**Tabla 1**

*Operacionalización de variable independiente*

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Utilización del reconocimiento facial	Sistema de identificación de personas mediante rasgos faciales	Precisión	Número de aciertos en la identificación de personas
		Tiempo	Tiempo que toma el reconocimiento de las personas

*Nota.* Detalle del proceso de operacionalización de variable independiente

**Tabla 2**

*Operacionalización de variable dependiente*

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Gestión del control de asistencia de los laboratorios	Proceso de registro de la asistencia de estudiantes en los laboratorios	Tiempo	Tiempo que toma el proceso de gestión del control de asistencia en los laboratorios
		Precisión	Precisión con la que se lleva el registro de asistencia
		Accesibilidad de información	Facilidad de acceso de la información

*Nota.* Detalle del proceso de operacionalización de variable dependiente

### 3.3. Población y muestra de investigación.

#### 3.3.1. Población.

Se entiende por población del proyecto al número total de personas relevantes para el proyecto, las cuales entre sus características se encuentran estar en un tiempo y espacio determinado.

En este proyecto de investigación se incluye a todos los estudiantes que hacen uso de los laboratorios de la facultad, a los docentes y al personal encargado del laboratorio. Así, el

total de estudiantes es de 2098, de docentes 101 y solamente 1 persona encargada de los laboratorios. Esto debido a que son ellos los que llevan el control de asistencia.

### 3.3.2. Muestra.

La muestra del proyecto de investigación es un subconjunto de la población el cual se utilizará para realizar inferencias sobre la población completa, de esta manera se ahorra tiempo y esfuerzos al momento de realizar entrevistas o encuestas, ya que se facilita la recopilación de información. Para la realización de este proyecto se utilizará una muestra del universo total de estudiantes y docentes de de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I) esto se hará mediante la siguiente fórmula.

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

Donde **n** representa la muestra, **N** es el universo total de personas que podrían ser encuestadas, **Z** es el nivel de confianza de las respuestas que por lo general suele ser del 95%, este valor se obtiene de una tabla en la cual el porcentaje equivale a 1.96, **p** es la posibilidad de que ocurra el evento investigado, **q** es el inverso de **p** este se calcula mediante (1-**p**) y **e** representa el error aceptable (en caso de desconocerse p se toma como valor 0.5 o el equivalente al 50% ).

Sustituyendo los valores en la fórmula anterior, con un 95% de confianza y un 5% de error, la muestra de la población estudiantil es:

$$n = \frac{2098 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2(2098 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} \approx 325$$

Para la muestra de docentes el cálculo tomando los mismos valores de margen de confianza y error es:

$$n = \frac{101 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2(101 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} \approx 80$$

El total de la muestra sumando ambos valores es de 405. Debido a la cantidad de encuestas a realizar se hará uso de la inferencia estadística la cual nos permitirá, como su nombre indica, realizar deducciones o conclusiones de la población encuestada tomando como base la información brindada por un sector de la muestra.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de medición.**

#### **3.4.1. Técnicas**

Para llevar a cabo este proyecto de investigación se utilizaron las siguientes técnicas:

Encuestas, se hará uso de estas para recolectar información sobre la aceptación de un sistema de reconocimiento facial y su utilización dentro de los laboratorios de la facultad. Para facilitar la recopilación de información se utilizará la plataforma *Google Forms* en la cual se desarrollarán las encuestas y se compartirá el link para que el personal encuestado responda.

También se realizarán entrevistas con el personal encargado para obtener más información sobre el proceso de gestión de asistencia. Finalmente realizamos un análisis de literatura sobre documentos que contienen información relevante y autorizada sobre el tema del reconocimiento facial y la gestión de asistencia. Por último para la validación de hipótesis se aplicara el método de distribución chi cuadrado.

#### **3.4.2. Instrumentos**

Entre los instrumentos utilizados para la recolección de datos tenemos: Encuestas y entrevistas, las primeras se harán a los estudiantes y docentes mientras que la entrevista se hará exclusivamente al personal encargado.

Las encuestas permitirán obtener información directamente de los estudiantes y docentes de la facultad, lo que proporcionará una visión completa de sus perspectivas y permitirá comprender mejor sus necesidades y expectativas en relación con el control de asistencia. Además, las encuestas serán una herramienta clave para evaluar el nivel de familiaridad de los estudiantes y docentes con la tecnología de reconocimiento facial y determinar su disposición a adoptarla en el proceso de control de asistencia. Los resultados de las encuestas serán fundamentales para tomar decisiones informadas y plantear recomendaciones para mejorar la gestión de control de asistencia en los laboratorios

Encuesta dirigida a los estudiantes de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática (F.A.F.I)

- 1. ¿Conoce usted el método actual de control de asistencia en los laboratorios de la facultad?**
  - a) Sí b) No
- 2. ¿Has escuchado sobre la tecnología de reconocimiento facial?**
  - a) Sí b) No
- 3. ¿Te sentirías cómodo/a utilizando un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente?**
  - a) Sí, me sentiría cómodo/a b) No, no me sentiría cómodo/a c) No estoy seguro/a
- 4. ¿Estaría dispuesto a utilizar un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente y de esta manera llevar el control de asistencia en los laboratorios de la facultad?**
  - a) Sí b) No c) No estoy seguro/a
- 5. ¿Qué ventajas cree que tendría el uso de un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente para el control de asistencia en los laboratorios de la facultad?**
  - a) Mayor rapidez en el proceso de registro de asistencia b) Mayor seguridad en la identificación de los estudiantes c) Menor posibilidad de fraude d) Otras (especificar)

**6. ¿Qué desventajas cree que tendría el uso de un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente para el control de asistencia en los laboratorios de la facultad?**

a) Pérdida de privacidad b) Posibles fallas técnicas del sistema c) Costos de implementación d) Otras (especificar)

**7. ¿Crees que el uso del reconocimiento facial es una buena alternativa a los métodos tradicionales de control de asistencia (como la firma en una lista)?**

a) Sí b) No c) No estoy seguro/a

**8. ¿Considera que la implementación de un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente para el control de asistencia en los laboratorios de la facultad mejoraría su experiencia académica?**

a) Sí b) No c) No estoy seguro/a

Encuesta dirigida a los docentes de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**1. ¿Ha experimentado algún problema en el sistema actual de control de asistencia?**

a) Sí b) No

**2. ¿Cómo califica la eficacia del sistema actual de control de asistencia en los laboratorios de la facultad?**

a) Muy eficaz b) Moderadamente eficaz c) Poco eficaz

**3. ¿Qué tanto estás familiarizado con el uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula?**

a) Nada familiarizado b) Poco familiarizado c) Moderadamente familiarizado  
d) Bastante familiarizado e) Muy familiarizado

**4. ¿Crees que el uso del reconocimiento facial puede ser un método más eficiente para registrar la asistencia en comparación con los métodos tradicionales?**

a) Sí b) No c) No estoy seguro/a

**5. ¿Crees que el uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula podría mejorar la gestión y eficiencia en el proceso de control de asistencia?**

a) Sí b) No c) No estoy seguro/a

**6. ¿Cuáles son los principales beneficios que podrían obtenerse del uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula? (Selecciona todas las opciones que apliquen)**

a) Ahorro de tiempo en el proceso de control de asistencia b) Mayor precisión y confiabilidad en los registros de asistencia c) Facilidad de acceso a los registros de asistencia d) Posibilidad de automatizar otras tareas relacionadas con la gestión del aula

**7. ¿Cuáles son las principales preocupaciones que tendrías en cuanto al uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula? (Selecciona todas las opciones que apliquen)**

a) Posibles problemas de privacidad o protección de datos personales b) Inexactitudes o errores en el reconocimiento facial c) Costo de la implementación y mantenimiento de la tecnología d) Requerimientos técnicos complicados o incompatibles con el hardware existente e) Potenciales problemas éticos o morales

**8. ¿Estarías dispuesto a utilizar tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula si se garantiza que los datos personales estarán protegidos y que la tecnología es confiable y precisa?**

a) Sí b) No c) No estoy seguro/a

La entrevista con el personal encargado de los laboratorios permitirá recopilar información precisa y detallada sobre las perspectivas y experiencias de los responsables de los laboratorios en lo que respecta al control de asistencia y la implementación del reconocimiento facial.

Entrevista dirigida al personal encargado de los laboratorios de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**1. ¿Cuál es su opinión sobre la implementación del reconocimiento facial en el control de asistencia de los estudiantes en los laboratorios de la facultad?**

**2. ¿Cree que el reconocimiento facial puede mejorar la precisión y rapidez del control de asistencia en comparación con otros métodos tradicionales?**

3. **¿Cómo cree que el reconocimiento facial puede impactar la privacidad y seguridad de los estudiantes? ¿Qué medidas se pueden tomar para garantizar la privacidad y seguridad de los datos recopilados?**
4. **¿Existen barreras técnicas o financieras que puedan obstaculizar la implementación del reconocimiento facial en los laboratorios de la facultad?**
5. **¿Cómo cree que el personal encargado del laboratorio debe ser capacitado para utilizar el sistema de reconocimiento facial?**
6. **¿Qué opinión tiene sobre la posibilidad de realizar un seguimiento de la asistencia de los estudiantes y generar informes automatizados mediante el reconocimiento facial?**
7. **¿Cómo cree que el reconocimiento facial puede ayudar en la identificación de estudiantes que no están cumpliendo con los requisitos de asistencia?**
8. **¿Cree que el reconocimiento facial puede ser utilizado en otros ámbitos de la universidad más allá del control de asistencia en los laboratorios? ¿Cuáles?**

### **3.5. Procesamiento de datos.**

El proyecto empezó con la observación del campo de estudio en los que se producen problemas los cuales mediante la presente investigación esperan ser resueltos. La información obtenida se revisó y evaluó mostrando los resultados de una manera clara y didáctica para llegar a conclusiones relevantes al tema de estudio.

### **3.6. Aspectos éticos.**

El proyecto está realizado siguiendo los principios éticos del consentimiento informado de los participantes de la investigación, la confidencialidad de la información brindada por parte

de los estudiantes, docentes y personal autorizado, asimismo, el autor tiene la responsabilidad de tomar en serio su investigación. y ética acatando los procedimientos y estándares de la investigación científica.

## CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados obtenidos de la investigación

Encuestas realizadas a los estudiantes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Tabla 3**

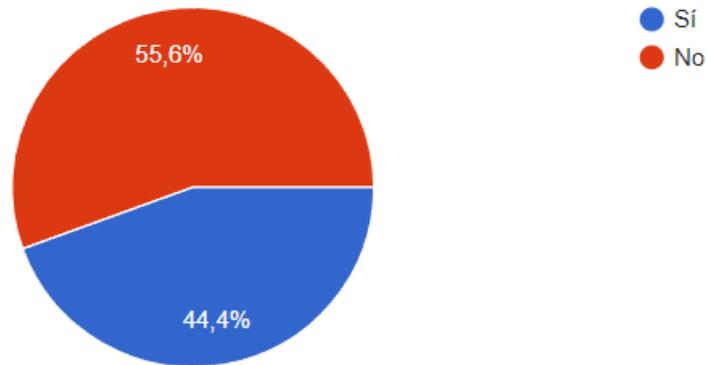
*Pregunta 1 encuesta dirigida a estudiantes*

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Conoce usted el método actual de control de asistencia en los laboratorios de la facultad?	• Si	• 55,6%
	• No	• 44,4%

*Nota.* Pregunta 1 de la encuesta dirigida a los estudiantes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

## Figura 7

Respuestas pregunta 1 encuesta estudiantes



Nota. Elaboración propia

El proyecto

## Tabla 4

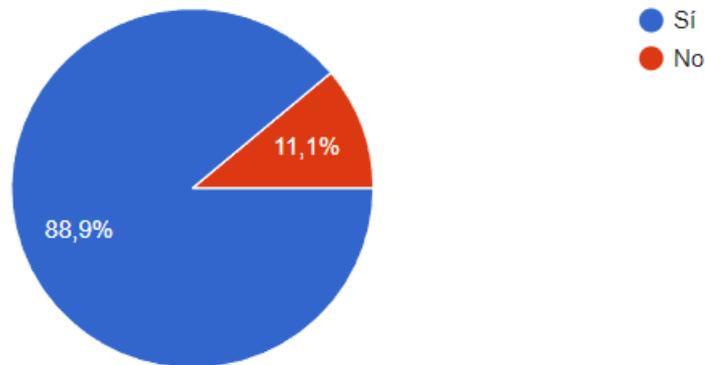
Pregunta 2 encuesta dirigida a estudiantes

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Has escuchado sobre la tecnología de reconocimiento facial?	• Si	• 88,9%
	• No	• 11,1%

Nota. Pregunta 2 de la encuesta dirigida a los estudiantes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

## Figura 8

Respuestas pregunta 2 encuesta estudiantes



Nota. Elaboración propia

## Tabla 5

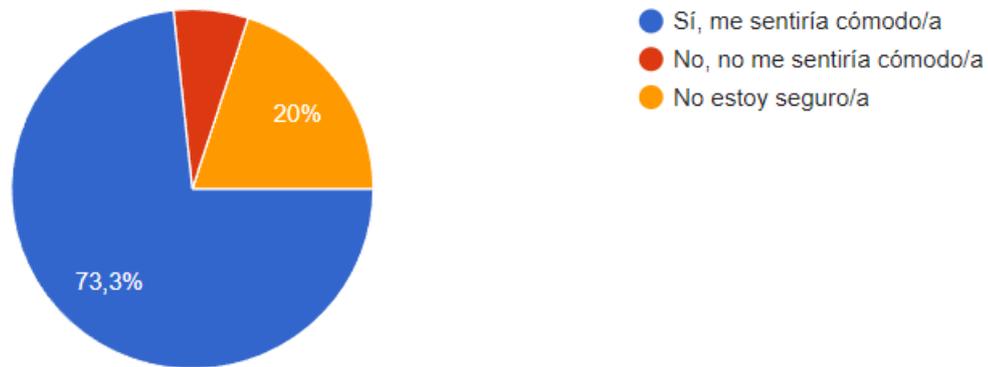
Pregunta 3 encuesta dirigida a estudiantes

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Te sentirías cómodo/a utilizando un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente?	• Sí, me sentiría cómodo/a	• 73,3%
	• No, no me sentiría cómodo/a	• 6,7%
	• No estoy seguro/a	• 20%

Nota. Pregunta 3 de la encuesta dirigida a los estudiantes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

## Figura 9

Respuestas pregunta 3 encuesta estudiantes



Nota. Elaboración propia

## Tabla 6

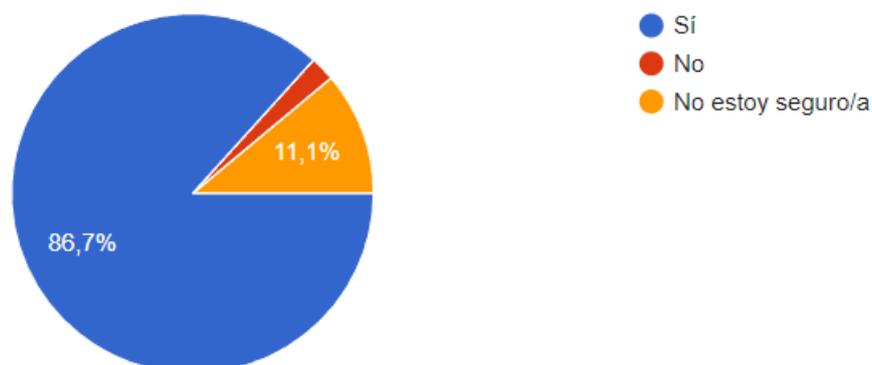
Pregunta 4 encuesta dirigida a estudiantes

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Estaría dispuesto a utilizar un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente y de esta manera llevar el control de asistencia en los laboratorios de la facultad?	• Sí	• 86,7%
	• No	• 2,2%
	• No estoy seguro/a	• 11,1%

Nota. Pregunta 4 de la encuesta dirigida a los estudiantes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Figura 10**

*Respuestas pregunta 4 encuesta estudiantes*



*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 7**

*Pregunta 5 encuesta dirigida a estudiantes*

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Qué ventajas cree que tendría el uso de un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente para el control de asistencia en los laboratorios de la facultad?	• Mayor rapidez en el proceso de registro de asistencia	• 33,3%
	• Mayor seguridad en la identificación de los estudiantes	• 55,6%
	• Menor posibilidad de fraude	• 11,1%

*Nota.* Pregunta 5 de la encuesta dirigida a los estudiantes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Figura 11**

*Respuestas pregunta 5 encuesta estudiantes*



*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 8**

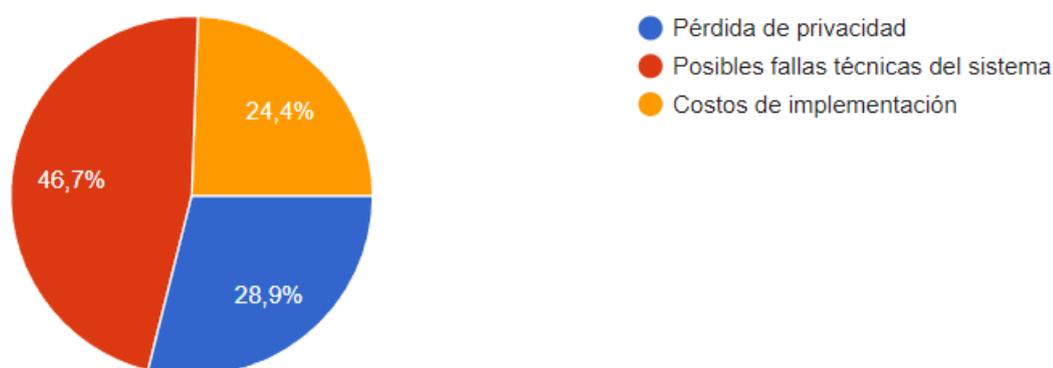
*Pregunta 6 encuesta dirigida a estudiantes*

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Qué desventajas cree que tendría el uso de un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente para el control de asistencia en los laboratorios de la facultad?	• Pérdida de privacidad	• 28,9%
	• Posibles fallas técnicas del sistema	• 46,7%
	• Costos de implementación	• 24,4%

*Nota.* Pregunta 6 de la encuesta dirigida a los estudiantes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

## Figura 12

Respuestas pregunta 6 encuesta estudiantes



Nota. Elaboración propia

## Tabla 9

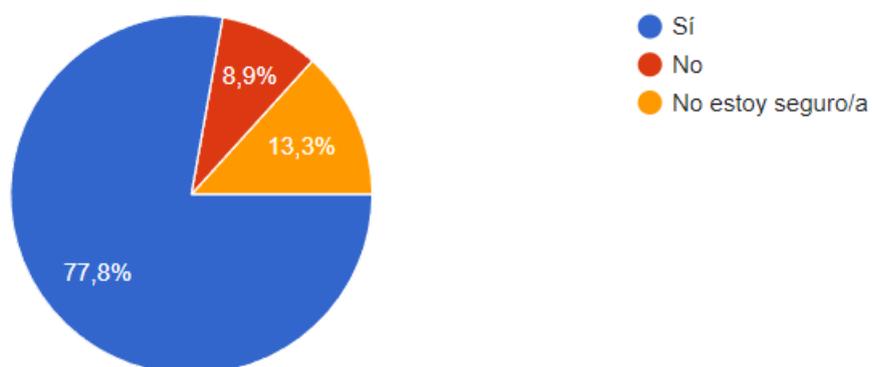
Pregunta 7 encuesta dirigida a estudiantes

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Crees que el uso del reconocimiento facial es una buena alternativa a los métodos tradicionales de control de asistencia (como la firma en una lista)?	• Sí	• 77,8%
	• No	• 8,9%
	• No estoy seguro/a	• 13,3%

Nota. Pregunta 7 de la encuesta dirigida a los estudiantes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

### Figura 13

Respuestas pregunta 7 encuesta estudiantes



Nota. Elaboración propia

### Tabla 10

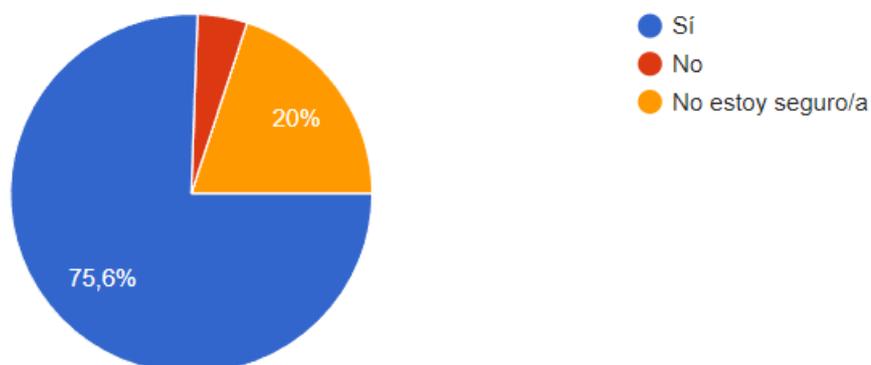
Pregunta 8 encuesta dirigida a estudiantes

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Considera que la implementación de un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente para el control de asistencia en los laboratorios de la facultad mejoraría su experiencia académica?	• Sí	• 75,6%
	• No	• 4,4%
	• No estoy seguro/a	• 20%

Nota. Pregunta 8 de la encuesta dirigida a los estudiantes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

## Figura 14

Respuestas pregunta 8 encuesta estudiantes



*Nota.* Elaboración propia

Encuestas realizadas a los docentes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

## Tabla 11

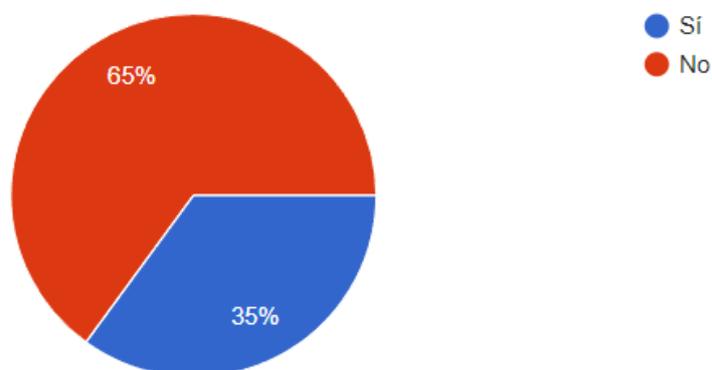
*Pregunta 1 encuesta dirigida a docentes*

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Ha experimentado algún problema en el sistema actual de control de asistencia?	• Sí	• 65%
	• No	• 35%

*Nota.* Pregunta 1 de la encuesta dirigida a los docentes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Figura 15**

*Respuestas pregunta 1 encuesta docentes*



*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 12**

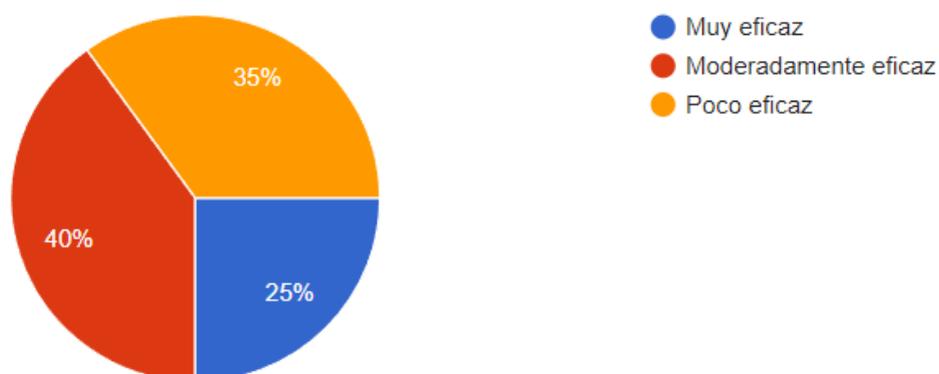
*Pregunta 2 encuesta dirigida a docentes*

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Cómo califica la eficacia del sistema actual de control de asistencia en los laboratorios de la facultad?	• Muy eficaz	• 25%
	• Moderadamente eficaz	• 40%
	• Poco eficaz	• 35%

*Nota.* Pregunta 2 de la encuesta dirigida a los docentes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Figura 16**

*Respuestas pregunta 2 encuesta docentes*



*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 13**

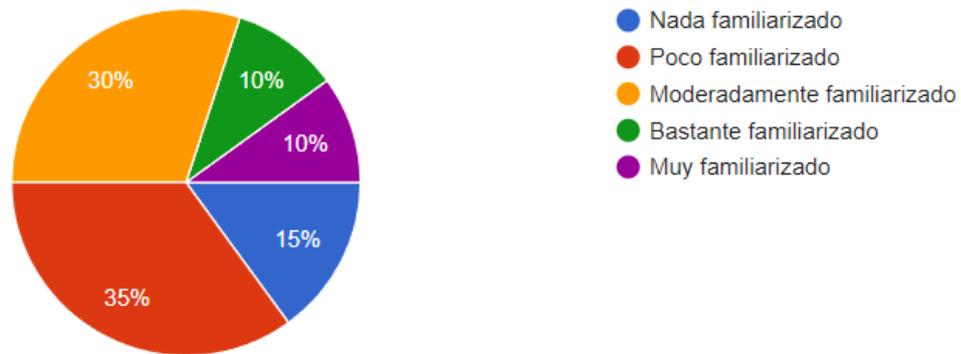
*Pregunta 3 encuesta dirigida a docentes*

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Qué tanto estás familiarizado con el uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula?	• Nada familiarizado	• 15%
	• Poco familiarizado	• 35%
	• Moderadamente familiarizado	• 30%
	• Bastante familiarizado	• 10%
	• Muy familiarizado	• 10%

*Nota.* Pregunta 3 de la encuesta dirigida a los docentes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Figura 17**

*Respuestas pregunta 3 encuesta docentes*



*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 14**

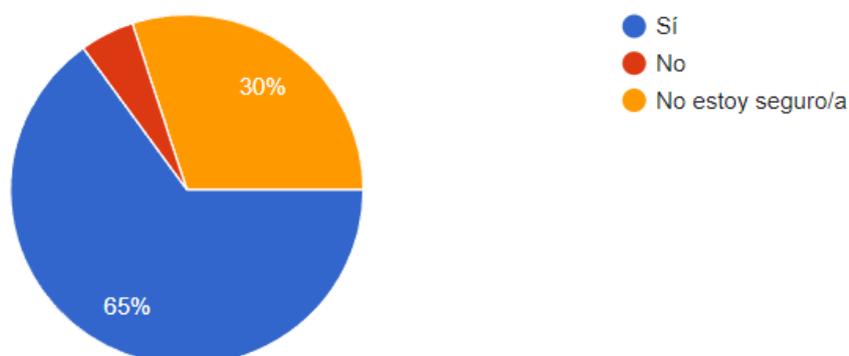
*Pregunta 4 encuesta dirigida a docentes*

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Crees que el uso del reconocimiento facial puede ser un método más eficiente para registrar la asistencia en comparación con los métodos tradicionales?	• Sí	• 65%
	• No	• 5%
	• No estoy seguro/a	• 30%

*Nota.* Pregunta 4 de la encuesta dirigida a los docentes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

## Figura 18

Respuestas pregunta 4 encuesta docentes



Nota. Elaboración propia

## Tabla 15

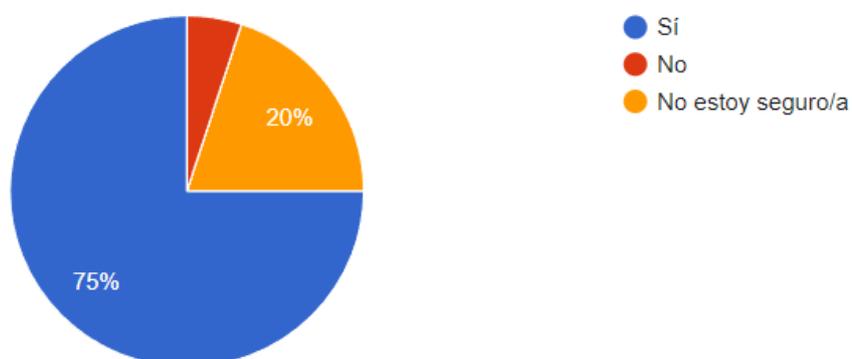
Pregunta 5 encuesta dirigida a docentes

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Crees que el uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula podría mejorar la gestión y eficiencia en el proceso de control de asistencia?	• Sí	• 75%
	• No	• 5%
	• No estoy seguro/a	• 20%

Nota. Pregunta 5 de la encuesta dirigida a los docentes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Figura 19**

*Respuestas pregunta 5 encuesta docentes*



*Nota. Elaboración propia*

**Tabla 16**

*Pregunta 6 encuesta dirigida a docentes*

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Cuáles son los principales beneficios que podrían obtenerse del uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula? (Selecciona todas las opciones que apliquen)	• Ahorro de tiempo en el proceso de control de asistencia	• 56%
	• Mayor precisión y confiabilidad en los registros de asistencia	• 36%
	• Facilidad de acceso a los registros de asistencia	• 24%
	• Posibilidad de automatizar otras	• 6%

---

tareas relacionadas

con la gestión del

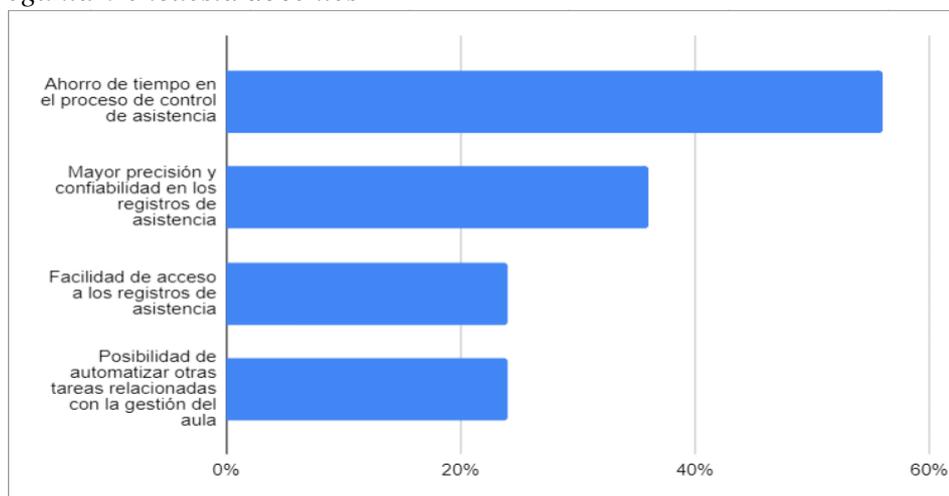
aula

---

*Nota.* Pregunta 6 de la encuesta dirigida a los docentes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

## Figura 20

*Respuestas pregunta 6 encuesta docentes*



*Nota.* Elaboración propia

## Tabla 17

*Pregunta 7 encuesta dirigida a docentes*

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Cuáles son las principales preocupaciones que tendrías en cuanto al uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula? (Selecciona todas las opciones que apliquen)	• Posibles problemas de privacidad o protección de datos personales	• 62,5%
	• Inexactitudes o errores en el	• 31,25%

---

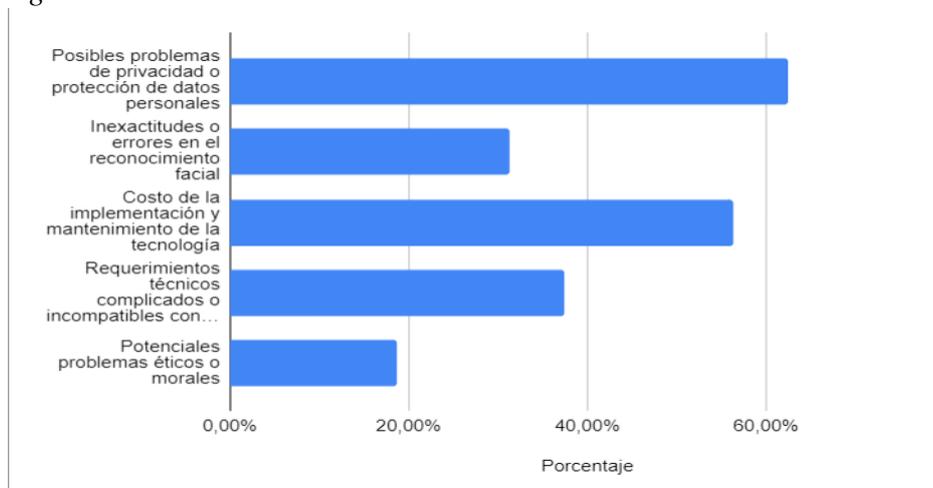
- 
- reconocimiento facial
  - Costo de la implementación y mantenimiento de la tecnología • 56,25%
  - Requerimientos técnicos complicados o incompatibles con el hardware existente • 37,5%
  - Potenciales problemas éticos o morales • 18,75%

---

*Nota.* Pregunta 7 de la encuesta dirigida a los docentes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Figura 21**

*Respuestas pregunta 7 encuesta docentes*



*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 18**

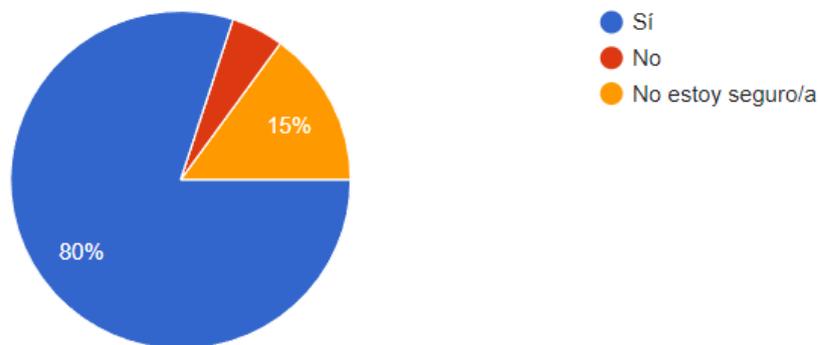
*Pregunta 8 encuesta dirigida a docentes*

Pregunta	Opciones	Resultados
¿Estarías dispuesto a utilizar tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula si se garantiza que los datos personales estarán protegidos y que la tecnología es confiable y precisa?	• Sí	• 80%
	• No	• 5%
	• No estoy seguro/a	• 15%

*Nota.* Pregunta 8 de la encuesta dirigida a los docentes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Figura 22**

*Respuestas pregunta 8 encuesta docentes*



*Nota.* Elaboración propia

Entrevista realizada al encargado de los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Tabla 19**

*Pregunta 1 entrevista personal encargado de los laboratorios*

Pregunta	Respuesta
----------	-----------

¿Cuál es su opinión sobre la implementación del reconocimiento facial en el control de asistencia de los estudiantes en los laboratorios de la facultad?	Ayudaría al docente en la agilización de las clases dado que el proceso de control de asistencia toma mucho tiempo.
--	---

*Nota.* Pregunta 1 de la entrevista al personal encargado de los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Tabla 20**

*Pregunta 2 entrevista personal encargado de los laboratorios*

Pregunta	Respuesta
¿Cree que el reconocimiento facial puede mejorar la precisión y rapidez del control de asistencia en comparación con otros métodos tradicionales?	Si, mejoraría notablemente no solo en la rapidez sino también en que los estudiantes no se distraigan al momento de tomar la asistencia.

*Nota.* Pregunta 2 de la entrevista al personal encargado de los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Tabla 21**

*Pregunta 3 entrevista personal encargado de los laboratorios*

Pregunta	Respuesta
¿Cómo cree que el reconocimiento facial puede impactar la privacidad y seguridad de los estudiantes? ¿Qué medidas se pueden tomar para garantizar la privacidad y seguridad de los datos recopilados?	Se debe mostrar a los estudiantes que sus datos personales serán para uso exclusivo de la facultad e indicar que este método permitirá asegurar que todas las personas presentes en la clase sean las que deberían

---

estar ahí sin contar con presencia de alguien ajeno a la clase.

---

*Nota.* Pregunta 3 de la entrevista al personal encargado de los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

### **Tabla 22**

#### *Pregunta 4 entrevista personal encargado de los laboratorios*

---

Pregunta	Respuesta
¿Existen barreras técnicas o financieras que puedan obstaculizar la implementación del reconocimiento facial en los laboratorios de la facultad?	No existe ningún tipo de barrera para implementar el reconocimiento facial resultante de contar con un ambiente adecuado para su utilización.

---

*Nota.* Pregunta 4 de la entrevista al personal encargado de los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

### **Tabla 23**

#### *Pregunta 5 entrevista personal encargado de los laboratorios*

---

Pregunta	Respuesta
¿Cómo cree que el personal encargado del laboratorio debe ser capacitado para utilizar el sistema de reconocimiento facial?	La capacitación se debería realizar de manera técnica y específica para la correcta utilización de esta tecnología.

---

*Nota.* Pregunta 5 de la entrevista al personal encargado de los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

### **Tabla 24**

#### *Pregunta 6 entrevista personal encargado de los laboratorios*

---

Pregunta	Respuesta
----------	-----------

---

¿Qué opinión tiene sobre la posibilidad de realizar un seguimiento de la asistencia de los estudiantes y generar informes automatizados mediante el reconocimiento facial?	Generar informes sobre la asistencia mediante la ayuda del reconocimiento facial ayudaría al docente, personal de laboratorio y los estudiantes al poder llevar un mejor control de la clase.
--	---

*Nota.* Pregunta 6 de la entrevista al personal encargado de los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

### **Tabla 25**

#### *Pregunta 7 entrevista personal encargado de los laboratorios*

Pregunta	Respuesta
¿Cómo cree que el reconocimiento facial puede ayudar en la identificación de estudiantes que no están cumpliendo con los requisitos de asistencia?	El reconocimiento facial permite que los estudiantes no cometan fraude al momento de tomar la asistencia mejorando el control de la misma.

*Nota.* Pregunta 7 de la entrevista al personal encargado de los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

### **Tabla 26**

#### *Pregunta 8 entrevista personal encargado de los laboratorios*

Pregunta	Respuesta
¿Cree que el reconocimiento facial puede ser utilizado en otros ámbitos de la universidad más allá del control de asistencia en los laboratorios? ¿Cuáles?	Esta tecnología no debería limitarse a los laboratorios, también se debería usar en las puertas de la facultad para asegurar que las personas que ingresen sean miembros de la facultad y si algún extraño desea entrar este deberá verificar su identidad con el guardia.

*Nota.* Pregunta 8 de la entrevista al personal encargado de los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Tabla 27**

*Tabla comparativa de tecnologías de reconocimiento facial*

Tecnología de reconocimiento facial	Tiempo de entrenamiento	Tasa de reconocimiento	Tiempo de respuesta	Tasa de error	Confiabilidad
Eigenfaces	237,77 s	90%	0,5 s	5%	95%
Fisherfaces	250,84 s	92%	0.7 s	3%	97%
LBPH	24,50 s	95%	0,3 s	2%	98%

*Nota.* Elaboración propia

#### **4.1.1. Análisis e interpretación de datos**

Encuestas realizadas a los estudiantes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Pregunta 1: ¿Conoce usted el método actual de control de asistencia en los laboratorios de la facultad?**

Más de la mitad de estudiantes de la facultad está al tanto del método utilizado para el control de asistencia, sin embargo, existe gran porcentaje de alumnos que no conocen dicho método indicando que este no se lleva a cabo de manera regular.

**Pregunta 2: ¿Has escuchado sobre la tecnología de reconocimiento facial?**

En la facultad la gran mayoría de estudiantes tienen conocimiento de la existencia del reconocimiento facial, demostrando que existe el interés por parte de los estudiantes en la tecnología.

**Pregunta 3: ¿Te sentirías cómodo/a utilizando un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente?**

La mayoría de estudiantes afirma sentirse cómodo utilizando un sistema con la capacidad de reconocer a las personas por el rostro de manera automática, evidenciando la confianza en la tecnología. Un sector de los estudiantes se encuentra indeciso sobre su uso, mientras que, un pequeño porcentaje se niega a utilizarlo; esto puede atribuirse a la falta de conocimiento de la tecnología del reconocimiento facial o preocupaciones sobre la privacidad.

**Pregunta 4: ¿Estaría dispuesto a utilizar un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente y de esta manera llevar el control de asistencia en los laboratorios de la facultad?**

Al igual que la pregunta anterior, la mayor parte del alumnado se muestra a favor de su utilización y que este sea encargado de la asistencia en los laboratorios, demostrando el convencimiento por parte de los estudiantes en el reconocimiento facial como herramienta de automatización. Un sector pequeño se encuentra en duda sobre su uso, mientras un porcentaje minúsculo se niega a utilizar por razones explicadas con anterioridad.

**Pregunta 5: ¿Qué ventajas cree que tendría el uso de un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente para el control de asistencia en los laboratorios de la facultad?**

La mitad de los encuestados cree que la mayor ventaja de usar esta tecnología es la seguridad en la identificación de estudiantes, indicando la preocupación existente por la correcta identificación de los alumnos. Un porcentaje considerable opina que al usar esta tecnología se reducirá el tiempo que toma llevar el control de asistencia, agilizando el proceso. Por último, se observa que evitar los fraudes de identidad al momento de llevar la asistencia no es una prioridad para los estudiantes.

**Pregunta 6: ¿Qué desventajas cree que tendría el uso de un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente para el control de asistencia en los laboratorios de la facultad?**

En esta pregunta se encuentran opiniones divididas, siendo la más prevalente la preocupación por los fallos del sistema, casi la mitad de los encuestados la señalo como la principal desventaja. La privacidad y el tratamiento de la información personal al usar este tipo de tecnología sigue siendo una inquietud que se tiene muy en cuenta al igual que los costes de implementación.

**Pregunta 7: ¿Crees que el uso del reconocimiento facial es una buena alternativa a los métodos tradicionales de control de asistencia (como la firma en una lista)?**

El porcentaje de estudiantes que cree en el reconocimiento facial como opción superior a los métodos tradicionales es en gran medida superior al que cree lo contrario, siendo estos la minoría; un sector pequeño está indeciso, demostrando la aceptación de la tecnología como una opción viable y eficiente para llevar el control de asistencia.

**Pregunta 8: ¿Considera que la implementación de un sistema con la capacidad de reconocer su rostro automáticamente para el control de asistencia en los laboratorios de la facultad mejoraría su experiencia académica?**

El porcentaje de aceptación del reconocimiento facial continúa siendo alto, un sector pequeño se encuentra en duda mientras que una ínfima minoría no acepta la tecnología. El convencimiento de los estudiantes por dicha tecnología se encuentra manifestado en los altos niveles de aprobación.

Encuestas realizadas a los docentes de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Pregunta 1: ¿Ha experimentado algún problema en el sistema actual de control de asistencia?**

La mayor parte del cuerpo docente de la facultad no ha tenido problemas con la manera en que se lleva el control de asistencia en la actualidad, pero, un sector considerable si ha tenido inconvenientes revelando que el sistema utilizado tiene fallas que mejorar.

**Pregunta 2: ¿Cómo califica la eficacia del sistema actual de control de asistencia en los laboratorios de la facultad?**

La opinión de los docentes sobre la eficacia del sistema de control de asistencia actual se encuentra dividida entre moderadamente eficaz y poco eficaz siendo la minoría los que creen que es un sistema muy eficaz, esto revela la necesidad de mejorar el sistema actual.

**Pregunta 3: ¿Qué tanto estás familiarizado con el uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula?**

La familiaridad de los docentes con el reconocimiento facial está dividida a la mitad, entre los que han tenido contacto con la tecnología de alguna manera y los que no, exponiendo el desconocimiento de los encuestados sobre la utilización del reconocimiento facial como herramienta para llevar a cabo el control de asistencia.

**Pregunta 4: ¿Crees que el uso del reconocimiento facial puede ser un método más eficiente para registrar la asistencia en comparación con los métodos tradicionales?**

Los docentes de la facultad en su mayoría creen en la utilización del reconocimiento facial como la mejor opción para registrar la asistencia, una parte considerable no se decide y la minoría tiene como mejor opción a los métodos tradicionales. Los resultados ponen de manifiesto que la tecnología es una alternativa viable a los procesos realizados de manera manual.

**Pregunta 5: ¿Crees que el uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula podría mejorar la gestión y eficiencia en el proceso de control de asistencia?**

Entre las opciones presentadas la de mayor aprobación es la que afirma como el uso de la tecnología mejora el proceso de control de asistencia, un sector de los encuestados se encuentra vacilante sobre su utilización con una insignificante minoría en oposición. Los docentes consideran el reconocimiento facial como herramienta para mejorar u optimizar el proceso de control de asistencia.

**Pregunta 6: ¿Cuáles son los principales beneficios que podrían obtenerse del uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula? (Selecciona todas las opciones que apliquen)**

El mayor beneficio para los docentes es el ahorro de tiempo debido a que es la opción más votada, las demás cuentan con porcentajes similares entre ellas. Optimizar el proceso de control de asistencia mediante el reconocimiento facial implicaría reducir tiempo y acelerar el proceso lo cual hace esta tecnología atractiva para los docentes.

**Pregunta 7: ¿Cuáles son las principales preocupaciones que tendrías en cuanto al uso de tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula? (Selecciona todas las opciones que apliquen)**

La privacidad fue considerada por los docentes como la mayor preocupación al momento de usar esta tecnología, seguido de los costos de implementación y los requerimientos técnicos antes de los problemas de ética y las fallas del sistema. Esto evidencia la necesidad de tratar la información personal con cuidado asegurando que esta solo sea accesible para las personas con acceso.

**Pregunta 8: ¿Estarías dispuesto a utilizar tecnologías de reconocimiento facial para el control de asistencia en el aula si se garantiza que los datos personales estarán protegidos y que la tecnología es confiable y precisa?**

En su gran mayoría los docentes aceptarían utilizar esta tecnología, con resultados idénticos a las preguntas anteriores tenemos un sector en duda, mientras que, la ínfima minoría se niega. Esto demuestra que, tomando las medidas necesarias de seguridad y protección de datos, el reconocimiento facial puede ser utilizado en las aulas de clase de la facultad.

Entrevista dirigida al personal encargado de los laboratorios de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática (F.A.F.I)

**Pregunta 1: ¿Cuál es su opinión sobre la implementación del reconocimiento facial en el control de asistencia de los estudiantes en los laboratorios de la facultad?**

La opinión acerca de implementar la tecnología de reconocimiento facial es positiva ya que al hacerlo mejorara el proceso de control de asistencia al hacerlo de manera rápida y automática.

**Pregunta 2: ¿Cree que el reconocimiento facial puede mejorar la precisión y rapidez del control de asistencia en comparación con otros métodos tradicionales?**

El entrevistado cree que se mejoraría el proceso por los beneficios que brinda la tecnología de reconocimiento facial identificando personas de manera rápida y eficaz.

**Pregunta 3: ¿Cómo cree que el reconocimiento facial puede impactar la privacidad y seguridad de los estudiantes? ¿Qué medidas se pueden tomar para garantizar la privacidad y seguridad de los datos recopilados?**

Para el entrevistado demostrar que los datos personales de los usuarios serán tratados con el debido cuidado del caso y utilizados de manera exclusiva por la facultad es medida suficiente para garantizar la privacidad y seguridad de los datos.

**Pregunta 4: ¿Existen barreras técnicas o financieras que puedan obstaculizar la implementación del reconocimiento facial en los laboratorios de la facultad?**

El personal encargado del laboratorio no cree en barreras técnicas para la implementación de la tecnología ya que se cuenta con los recursos necesarios para realizarlo y que este tenga un desempeño aceptable.

**Pregunta 5: ¿Cómo cree que el personal encargado del laboratorio debe ser capacitado para utilizar el sistema de reconocimiento facial?**

Las capacitaciones para el entrevistado deben ser regulares y practicas además contar con material específico para poder sacarle el mayor provecho al sistema de reconocimiento facial, demostrando que el personal encargado del laboratorio se encuentra interesado en utilizar correctamente la tecnología.

**Pregunta 6: ¿Qué opinión tiene sobre la posibilidad de realizar un seguimiento de la asistencia de los estudiantes y generar informes automatizados mediante el reconocimiento facial?**

La opinión sobre la generación de informes automatizados por parte de un sistema con reconocimiento facial es positiva debido a la ayuda que esta herramienta brindara a los docentes, estudiantes y personal encargado.

**Pregunta 7: ¿Cómo cree que el reconocimiento facial puede ayudar en la identificación de estudiantes que no están cumpliendo con los requisitos de asistencia?**

El entrevistado cree que el control de asistencia mejorará mediante el uso del reconocimiento facial confirmando el interés por la tecnología que se observo en las preguntas anteriores.

**Pregunta 8: ¿Cree que el reconocimiento facial puede ser utilizado en otros ámbitos de la universidad más allá del control de asistencia en los laboratorios? ¿Cuáles?**

La persona encargada del laboratorio cree que esta tecnología no debe limitar su uso solo a los laboratorios y expandirse a otras áreas de la facultad, el reconocimiento facial y sus beneficios deben ser aprovechados en las áreas que este pueda utilizarse.

#### Comparación de tecnologías de reconocimiento facial

Para las pruebas de rendimiento de las tecnologías de reconocimiento facial se tomó en cuenta 5 parámetros esenciales los cuales son: Tiempo de entrenamiento, Tasa de reconocimiento, Tiempo de respuesta, Tasa de error y Confiabilidad. Se generó un modelo de cada una de las tecnologías (Eigenface, Fisherface y LBPH) partiendo de 1000 fotografías con un tamaño de 300 x 300 de 10 estudiantes de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática (F.A.F.I) para evaluar la efectividad del mismo se utilizó un conjunto de 100 imágenes de prueba entre las que se encontraba imágenes de los mismos estudiantes. El hardware en el que se desarrolló las pruebas cuenta con las siguientes características: Procesador Ryzen 5 3500 U, GPU integrada Radeon Vega 8, Disco duro de estado sólido y 8 GB de memoria ram.

El algoritmo que más tiempo tomó es el de Fisherface esto se esperaba al ser una versión mejorada del Eigenface esta demora en el tiempo de entrenamiento se ve compensada con una mejor tasa de reconocimiento y confiabilidad, aunque el tiempo de respuesta aumenta un poco. El mejor algoritmo a utilizar es el LBPH ya que es el que tiene mejor tiempo de respuesta, así como un alto porcentaje de reconocimiento lo que lo hace el algoritmo más confiable asimismo es el que toma menos tiempo de entrenamiento superando a los demás por un alto margen, queda claro que es la mejor opción entre las tecnologías puestas a comparación.

Las imágenes obtenidas tanto para pruebas como para entrenamiento fueron tomadas en condiciones particulares de iluminación, la variación en este campo puede alterar la eficacia

de los modelos por lo cual se buscó un ambiente cerrado que se asemeje a las condiciones de los laboratorios de la facultad.

## **4.2. Discusión**

Una vez realizado el análisis de los datos obtenidos de las encuestas y entrevistas, además de la comprobación chi cuadrado, se evidencia el interés que existe por la tecnología de reconocimiento facial para la gestión del control de asistencia en los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I), tanto por parte de los docentes como los estudiantes producto de las ventajas que ofrece en comparación a los métodos tradicionales de registro de asistencia. Existen preocupaciones al momento de utilizar esta tecnología por el manejo de datos personales, la privacidad de los usuarios al momento de utilizar esta tecnología y las posibles fallas que se puedan producir.

En la investigación titulada “*Implementation FaceRecognition Attendance System For Higher Education Institution*” de los autores (Raenu et al, 2022) destaca el reconocimiento facial como la mejor opción para llevar a cabo la identificación de personas dentro de una institución educativa, debido a que las características del rostros no pueden perderse u olvidarse como una carta de identificación o una llave, también se resalta las limitaciones del uso de esta técnica de identificación como el uso de internet para conectarse a la base de datos o el lag que se puede producir al momento de reconocer a la persona. En el Ecuador también se han realizado investigaciones de esta índole, es así como el autor (Gárate, 2020) en su trabajo “*Sistema Web De Reconocimiento Facial Para Control De Acceso Biométrico, Utilizando Inteligencia Artificial*” resalta cómo esta tecnología aún teniendo problemas por resolver llegó para quedarse.

## CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- El reconocimiento facial es una alternativa viable a los métodos tradicionales con los que se lleva a cabo el control de asistencia, debido a las ventajas que su uso otorga. Así, entre estas destaca la automatización del proceso, ya que reduce el tiempo que se dedica a llevar el control de asistencia y, a su vez, permite que el docente aproveche de mejor manera su tiempo de clase. A pesar de no ser un sistema perfecto, exhibe un margen de mejora que mediante el desarrollo y avance tecnológico se puede perfeccionar.
- La gestión de control de asistencia depende de formatos en papel, constituyendo una serie de problemas en una gestión eficiente debido, principalmente, a la facilidad en la que los mismos pueden ser manipulados por terceros; y por el tiempo considerable necesitado para su ejecución, el cual puede ser empleado en actividades de mayor relevancia. Es así como, la definición de estos problemas permitió enfocar a la investigación en la búsqueda de soluciones para una gestión práctica y eficaz.
- La comparación realizada entre las distintas tecnologías de reconocimiento facial llegó a determinar que el modelo LBPH es la mejor alternativa debido al alto porcentaje de aciertos en la identificación de personas. Por otro lado, es la opción que menos tiempo requiere para su entrenamiento, cumpliendo de manera óptima los requerimientos establecidos.
- Los requisitos mínimos de hardware para el funcionamiento aceptable del reconocimiento facial fueron especificados. Los equipos presentes en los laboratorios de la Facultad Administración, Finanzas, e Informática poseen la

capacidad de poder utilizar el reconocimiento facial sin problema alguno, facilitando una futura implementación de esta tecnología.

## **5.2. Recomendaciones**

- Para mejorar el control de asistencia en los laboratorios de la facultad se recomienda utilizar la tecnología de reconocimiento facial LBPH puesto que cuenta con mayor cantidad de aciertos en la identificación de persona. Además, es la alternativa con menor tiempo requerido para su entrenamiento cumpliendo de gran manera con los requerimientos propuestos.
- La capacitación tanto del personal encargado de los laboratorios como a los docentes y los alumnos en el uso de la tecnología de reconocimiento facial, para que, de esta manera se les brinde las habilidades y conocimientos necesarios para utilizar de manera eficiente a la misma y sus beneficios sean aprovechados al máximo.
- La expansión del uso del reconocimiento facial a otras áreas como las oficinas del personal administrativo, salones de clase y las entradas de la facultad. Esta expansión permitiría optimizar la gestión de control de asistencia en toda la institución y aprovechar los beneficios ofrecidos por esta tecnología.
- La cámara a utilizar en el reconocimiento facial debe encontrarse en un punto fijo en dirección a la entrada de los laboratorios con un buen ángulo, con el objetivo de poder enfocar los rostros de las personas que ingresen a las instalaciones y que de esta manera sea capaz de identificarlos; asegurando que la tecnología de reconocimiento facial pueda reconocer de manera precisa a cada individuo y realizar un análisis confiable de su asistencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acar, N. (21 de Agosto de 2018). *Eigenfaces: Recovering Humans from Ghosts*. Obtenido de <https://towardsdatascience.com/eigenfaces-recovering-humans-from-ghosts-17606c328184>
- Alpaydın, E. (2010). *Introduction to Machine Learning*. Cambridge Massachusetts: The MIT Press.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Barto, A., & Sutton, R. S. (2014). *Reinforcement Learning: An Introduction 2nd Edition*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- BECERRA, F. A., & ORTEGA, J. C. (2020). *DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA EL INGRESO AL LABORATORIO DE REDES Y ELECTRÓNICA DEL ISER*. Pamplona, Colombia.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*.
- Bravo, C. J., Ramírez, P. E., & Arenas, J. (2018). *Aceptación del Reconocimiento Facial Como Medida de Vigilancia y Seguridad: Un Estudio Empírico en Chile*.
- Bryson, A., & Ho, Y. C. (1975). *Applied Optimal Control: Optimization, Estimation, and Control*. Nueva York: Taylor & Francis Group.
- ciberseguridad. (s.f.). *TEOREMA DE BAYES EN EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO: UNA GUÍA IMPORTANTE*.
- Cueva, J. A. (2021). *Generación de un modelo de reconocimiento facial en videos usando redes neuronales convolucionales bajo un esquema de aprendizaje por transferencia*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Department of Homeland Security. (2021). *TSA biometric technology*. . Obtenido de <https://www.dhs.gov/tsa-biometric-technology>
- El Comercio. (23 de Julio de 2020). *Cámaras de reconocimiento facial identifican a 45 personas que han incurrido en delitos en Quito*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/seguridad/camaras-reconocimiento-facial-delitos-quito.html>
- El Comercio. (14 de Enero de 2023). *Cámaras de videovigilancia con reconocimiento facial fueron instaladas en 22 puntos de Tulcán*. Obtenido de

<https://www.elcomercio.com/actualidad/camaras-videovigilancia-reconocimiento-facial-tulcan.html>

El Heraldo. (4 de Agosto de 2022). *Instalación de cámaras de reconocimiento facial*. Obtenido de <https://www.elheraldo.com.ec/instalacion-de-camaras-de-reconocimiento-facial/>

Electronic IDentification. (28 de Julio de 2022). *¿Cómo funciona el reconocimiento facial? Tecnología facial*. Obtenido de <https://www.electronicid.eu/es/blog/post/como-funciona-reconocimiento-facial/es>

Escalera, R. L., & Campos, H. U. (2015). *Desarrollo e Implementación de un Sistema Electrónico de Control de Asistencia para los Profesores de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*. Michoacam, Mexico.

Gárate, B., & Arturo, E. (2020). *Sistema web de reconocimiento facial para control de acceso biométrico, utilizando inteligencia artificial*. Guayaquil.

Geeks For Geeks. (2021 de Septiembre de 2021). *ML | Face Recognition Using Eigenfaces (PCA Algorithm)*. Obtenido de <https://www.geeksforgeeks.org/ml-face-recognition-using-eigenfaces-pca-algorithm/>

HistoryofInformation.com. (s.f.). *Woodrow Bledsoe Originates of Automated Facial Recognition*. Obtenido de <https://www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=2495>

iDenfy. (20 de Julio de 2020). Obtenido de <https://www.idenfy.com/blog/what-is-facial-recognition/>

Jain, A. K., Nandakumar, K., & Ross, A. (2016). *50 years of biometric research: Accomplishments, challenges, and opportunities*. ScienceDirect.

Jaramillo, C. D. (2021). *UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA PRESERVAR LA SEGURIDAD CIUDADANA*. Granada, España.

Jaramillo, C. D. (2021). *UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA PRESERVAR LA SEGURIDAD CIUDADANA*. Granada: Universidad de Granada.

Joo, K. (15 de Abril de 2019). *LG Uplus applies facial recognition for employee attendance*. Korea JoongAng Daily. Obtenido de <https://koreajoongangdaily.joins.com/2019/04/15/industry/LG-Uplus-applies-facial-recognition-for-employee-attendance/3061468.html>

JPL . (14 de Julio de 1991). *Eigenface, IDIS*. Obtenido de <https://proyectoidis.org/eigenface/>

maat.ai. (s.f.). *BREVE HISTORIA DE LA IDENTIFICACIÓN PERSONAL*. Obtenido de <https://blog.maatai.com/historia-identificacion-personal/#:~:text=Con%20el%20nacimiento%20y%20evoluci%C3%B3n,el%20a%C3%B1o%203%2C800%20a.C.%2C%20aproximadamente.>

MacKay, D. J. (2003). *Information Theory, Inference, and Learning Algorithms*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Mariño, . R. (2022). *SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN DE ASISTENCIA Y CONTROL DE TEMPERATURA CON RECONOCIMIENTO FACIAL DE LOS EMPLEADOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO EEASA*. Ambato Ecuador.
- Markets and Markets. (2022). *Markets and Markets*. Obtenido de <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/next-generation-biometric-technologies-market-697.html>
- Moosa, A. (28 de Mayo de 2018). *A Comprehensive Guide to Facial Recognition Algorithms - Part 1*. Obtenido de <https://www.baseapp.com/deepsight/a-comprehensive-guide-to-facial-recognition-algorithms/>
- Moreano, J. A., Pulloquina, R. H., Lagla, G. A., Chisag, J. C., & Pico, O. A. (2017). *RECONOCIMIENTO FACIAL CON BASE EN IMÁGENES*. Latacunga.
- Mozur, P. (22 de Mayo de 2018). *Inside China's Dystopian Dreams: A.I., Shame and Lots of Cameras The New York Times*. Obtenido de <https://www.nytimes.com/2018/07/08/business/china-surveillance-technology.html>
- Olguín, D. E., & Guillen, P. I. (2015). *Reconocimiento Facial*. Valparaiso, Chile.
- Pardos, E. C. (2004). *Técnicas de reconocimiento facial mediante redes neuronales*. Madrid.
- Pavón, S. D. (2017). *Reconocimiento facial mediante el Análisis de Componentes Principales (PCA)*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Pérez, L. B. (2013). *Reconocimiento Facial Basado en Puntos Característicos de la Cara en entornos no controlados*. Madrid.
- Prado, K. S. (10 de Noviembre de 2017). *Face Recognition: Understanding LBPH Algorithm*. Obtenido de <https://towardsdatascience.com/face-recognition-how-lbph-works-90ec258c3d6b>
- Quesada García, C., & López Palafox, J. (2019). *HISTORIA DE LA IDENTIFICACIÓN PERSONAL: DESDE EL RECONOCIMIENTO FACIAL HASTA EL ADN DENTAL*. Madrid, España.
- RAE. (s.f.). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/control>
- Rosen, J. (7 de Octubre de 2001). *A Watchful State The New York Times*. Obtenido de <https://www.nytimes.com/2001/10/07/magazine/a-watchful-state.html>
- Salim, O. A., Olanrewaju, R. F., & Balogun, W. A. (2018). *Class Attendance Management System Using Face Recognition*.
- Scarel, G. (2010). *Sistema de Reconocimiento Facial*. Santa Fe.
- Serrano, F. E., Ortega, J. C., Fernandez, M. A., & Hurtado, E. G. (2021). En F. d. Queretaro, *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología 6* (págs. 64-77). Queretaro: Universidad Autonoma de Queretaro.
- Univision. (03 de Diciembre de 2022). *EEUU lanza un plan piloto de reconocimiento facial: estos son los aeropuertos que ya prueban la polémica tecnología*. Obtenido de

<https://www.univision.com/noticias/estados-unidos/tecnologia-reconocimiento-facial-aeropuertos-preocupa-defensores-derechos-civiles>

W. W. (1964). *The Model Method in Facial Recognition*. Palo Alto .

Wiskott, L., Fellous, J.-M., Krüger, N., & Malsburg, C. v. (1999). *Face recognition by elastic bunch graph matching*.

Zapata, O., & Marcelo, S. (2021). *Diseño e implementación de un sistema de identificación de personas basado en servicios de reconocimiento facial en la nube*. Quito.

ZHAO, W., CHELLAPPA, R., PHILLIPS, P. J., & ROSENFELD, A. (2003). *Face Recognition: A Literature Survey*. Maryland: ACM Computing Surveys.



## Anexos

Comprobación de la hipótesis

*Tabla de datos recopilados sobre la aceptación del reconocimiento facial*

	A favor	En duda	En contra	Total
Estudiantes	35	6	3	44
Docentes	13	6	6	25
Total	48	12	9	69

*Nota.* Elaboración propia

Margen de error a utilizar: 0,05

Planteamiento de hipótesis:

$H_0$  = La utilización del reconocimiento facial no mejorará la gestión de control de asistencia en los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I).

$H_1$  = La utilización del reconocimiento facial mejorará la gestión de control de asistencia en los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I).

Frecuencias teóricass

*Tabla de frecuencias teóricas*

	A favor	En duda	En contra	Total
Estudiantes	30,60	7,65	5,73	44
Docentes	17,39	4,34	3,26	25



**Universidad Técnica de Babahoyo**  
 Facultad De Administración, Finanzas E Informática  
 Escuela De Tecnologías De La Información Y La Comunicación

---

Total	48	12	9	69
-------	----	----	---	----

---

*Nota.* Elaboración propia

Grado de libertad =  $(n^\circ \text{ filas} - 1)(n^\circ \text{ columnas} - 1) = (2 - 1)(3 - 1) = (1)(2) = 2$

$$\text{Chi cuadrado} = \chi^2 = \sum \frac{(f - ft)^2}{ft} = \frac{(35 - 30,60)^2}{30,60} + \frac{(6 - 7,65)^2}{7,65} + \frac{(3 - 5,73)^2}{5,73} + \frac{(13 - 17,39)^2}{17,39} + \frac{(6 - 4,34)^2}{4,34} + \frac{(6 - 3,26)^2}{3,26} = 0,63 + 0,36 + 1,30 + 1,10 + 0,63 + 2,30 = 6,32$$

Comparando chi cuadrado calculado (6,32) con el chi cuadrado referencial de grado de libertad 2 con margen de error 0,05 (5,99) el primero es mayor cumpliendo la condición  $\chi^2_{\text{calculado}} > \chi^2_{\text{tabla}}$  lo cual rechaza la hipótesis nula

### Presupuesto de implementación

Los laboratorios de la Facultad de Administración Finanzas e Informática (F.A.F.I) ya cuentan con servidores para almacenamiento y procesamiento de datos por lo tanto no se tomara el costo en el presupuesto, lo que respecta a la licencia del software se tomara como base el desarrollo de un software propio por parte de la universidad para mejor manejo de información por lo cual tampoco se tomara en cuenta como gasto, de esta manera será la misma universidad que brinde las capacitaciones tanto para el personal docente como los alumnos.

### *Presupuesto de implementación*

Concepto	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Equipos y Hardware	Cámaras	4	35	140
	Servidores almacenamiento y	de 1 y	0	0

---



**Universidad Técnica de Babahoyo**  
 Facultad De Administración, Finanzas E Informática  
 Escuela De Tecnologías De La Información Y La Comunicación

		procesamiento de datos			
		Infraestructura de red y cableado	100 mts	17	17
Software y licencias		Licencia de software de reconocimiento facial	1	0	0
Capacitación y entrenamiento		Capacitación para docentes y alumnos	1	0	0
Mantenimiento y soporte técnico		Actualizaciones y mejoramiento de software	1	100	100
		Contrato de mantenimiento y soporte técnico	1	100	100
Implementación y configuración		Costos de instalación y configuración del sistema	1	250	250
Costos adicionales		Contingencias y gastos imprevistos	1	100	100
Total estimado					707



**Universidad Técnica de Babahoyo**  
Facultad De Administración, Finanzas E Informática  
Escuela De Tecnologías De La Información Y La Comunicación