



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN**

Aplicación móvil de análisis de sentimientos en tiempo real con IA para medir la interacción en tecnologías de la información

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero en Tecnologías de la Información

Autor:

Guaylla Sagbay, Kevin Ramiro

Tutor:

PhD. Ximena Alexandra, Quintana López

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Kevin Ramiro Guaylla Sagbay**, con cédula de ciudadanía **060485775-5** autor del trabajo de investigación titulado: **Aplicación móvil de análisis de sentimientos en tiempo real con IA para medir la interacción en tecnologías de la información**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de su presentación.



Kevin Ramiro Guaylla Sagbay

C.I: 0604855775-5



ACTA FAVORABLE - INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de Riobamba, a los 3 días del mes de mayo de 2025, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por el estudiante **Kevin Ramiro Guaylla Sagbay** con CC: **060485775-5**, de la carrera Ingeniería en Tecnologías de la Información y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado **“APLICACIÓN MÓVIL DE ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS EN TIEMPO REAL CON IA PARA MEDIR LA INTERACCIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN”**, por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.



PhD. Ximena Quintana
TUTORA

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Aplicación móvil de análisis de sentimientos en tiempo real con IA para medir la interacción en tecnologías de la información presentado por Kevin Ramiro Guaylla Sagbay con cédula de identidad número 060485775-5, bajo la tutoría de PhD. Ximena Alexandra Quintana López; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba martes 3 de junio de 2025.

Pamela Buñay, Mgs.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



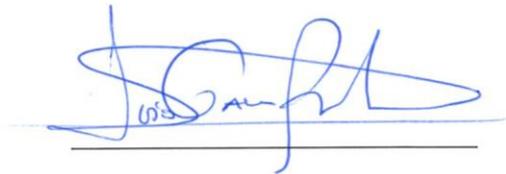
Diego Reina, Mgs.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Gonzalo Allauca, Mgs.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **Guaylla Sagbay Kevin Ramiro** con CC: **060485775-5**, estudiante de la Carrera **Tecnologías de la Información**, Facultad de Ingeniería; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **“APLICACIÓN MÓVIL DE ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS EN TIEMPO REAL CON IA PARA MEDIR LA INTERACCIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN”**, cumple con el 8%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio Compilatio, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 21 de mayo de 2025



PhD. Ximena Quintana
TUTORA

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Ramiro Guaylla y María Sagbay, por ser el pilar fundamental de mi vida y un ejemplo constante de esfuerzo y dedicación. Su amor incondicional y su apoyo inquebrantable han sido la luz que ha iluminado mi camino. Gracias por cada palabra de aliento, por enseñarme que los sueños se construyen con trabajo y perseverancia, y por inculcarme los valores que me han permitido enfrentar cada desafío con valentía. Su sabiduría ha sido mi guía en cada paso de esta travesía, y su fe en mí me ha impulsado a alcanzar mis metas.

A mi abuelita, que desde el cielo me observa con amor. Me hubiera encantado que estuvieras aquí a mi lado en este momento tan especial, pero sé que estás orgullosa de mí y que me cuidas y guías cada día. Tu legado de amor y fortaleza vive en mí, y cada logro que alcanzo es un tributo a la maravillosa mujer que fuiste.

Kevin Ramiro Guaylla Sagbay

AGRADECIMIENTO

Al concluir esta etapa de mi formación académica, quiero expresar mis más profundos agradecimientos a todas las personas que han hecho posible la realización de este trabajo de investigación.

En primer lugar, agradezco a mis padres, Ramiro Guaylla y María Sagbay, por su incondicional apoyo, amor y sabios consejos que me han guiado en cada momento de mi vida universitaria. Gracias por creer en mí y por estar siempre a mi lado. Lamento los momentos de adversidad y tristeza que, en ocasiones, les he causado. Por todo eso y mucho más, les agradezco de todo corazón.

A toda mi familia, por sus palabras de aliento, sus consejos y los regaños que me han ayudado a superar los obstáculos a lo largo de mi vida. Su apoyo ha sido fundamental en mi crecimiento personal y académico.

A mis profesores y mentores de la facultad cuya, orientación y experiencia han sido de gran valor para mi formación profesional. En especial quiero agradecer a mi tutora, la PhD. Ximena Alexandra Quintana López por su paciencia y conocimiento, que me ha ayudado en el desarrollo de mi tesis.

A los compañeros y amigos que conocí en todo este trayecto por su apoyo y comprensión: Ruben Dario Torres Marroquin, Josselyn Michelle Salinas Rocero, Amayseth Elizabeth Solórzano Guerrero y Cristian Santiago Samaniego Orozco, los cuales conocí a mis inicios y finales de mi vida universitarias. Todos amigos y personas muy importantes y de mi entera confianza, agradezco su apoyo y comprensión, gracias por los momentos felices que compartimos y perdón por los momentos de adversidad que hayamos pasado por mi culpa, muchas gracias por su apoyo y por estar conmigo.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que de una u otra forma han contribuido a la realización de esta investigación y a que pueda culminar esta etapa importante en mi vida.

Kevin Ramiro Guaylla Sagbay

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Planteamiento del Problema.....	15
1.2 Justificación.....	16
1.3 Formulación del Problema	16
1.4 Objetivos	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Inteligencia artificial	18
2.2 Análisis de sentimientos.....	18
2.2.1 Redes neuronales comunes para el análisis de sentimientos	18
2.3 OpenCV y DeepFace.....	18
2.4 Aplicaciones móviles	19
2.5 Framework React Native y Expo Go.....	19
2.5.1 React Native	19
2.5.2 Expo / Expo Go.....	20
2.6 Arquitectura basada en microservicios.....	21
2.7 Base de datos MongoDB.....	22
2.8 Medición de la interacción y el compromiso	22
2.9 Evaluación de usabilidad mediante el estándar de calidad ISO 25010	23
2.10 Metodología Kanban.....	23
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	24
3.1 Tipo de investigación	24

3.2 Diseño de la investigación	24
3.3 Población de estudio y tamaño de muestra	25
3.4 Técnicas de Recolección de Datos	25
3.5 Métodos de análisis y procesamiento de datos.....	25
3.6 Identificación de variables	26
3.6.1 Variable dependiente	26
3.6.2 Variable independiente	26
3.7 Operacionalización de variables.....	27
3.8 Metodología de desarrollo.....	29
3.8.1 Historias de usuario	29
Fase 1: Lista de tareas.....	31
Fase 2: Desarrollo	32
Fase 3: Pruebas	40
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1 Resultados	45
4.2 Discusión	57
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1 Conclusiones	59
5.2 Recomendaciones.....	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas y desventajas de Expo Go	20
Tabla 2: Operacionalización de variables	27
Tabla 3: Requerimientos Funcionales	30
Tabla 4: Requerimientos no Funcionales	30
Tabla 5: Requerimientos tecnológicos	30
Tabla 6: Diseño Inicial Tablero Kanban	31
Tabla 7: Descripción de roles	32
Tabla 8: Tablero Kanban, fase de Desarrollo	40
Tabla 9: Métricas de la Usabilidad de la norma ISO/IEC 25010	41
Tabla 10: Respuestas según la escala de Likert.....	41
Tabla 11: Preguntas aplicadas en la encuesta según la norma ISO/IEC 2510	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del framework React Native.....	20
Figura 2: Patrón básico de arquitectura de microservicios	22
Figura 3: Ejemplo Formato JSON de MongoDB.....	22
Figura 4: Modelo de calidad definido por la ISO/IEC 25010	23
Figura 5: Proceso de Kanban	24
Figura 6: Diagrama de casos de uso.....	32
Figura 7: Diagrama de Actividades.....	33
Figura 8: Diagrama de Componentes.....	33
Figura 9: Esquema colecciones de la base de datos	34
Figura 10: Mapa de navegabilidad de la aplicación móvil.....	34
Figura 11: Interfaz login y registro	35
Figura 12: Pantalla de perfil	35
Figura 13: Interfaz de datos y análisis.....	35
Figura 14: Interfaz resultados de análisis de sentimientos.....	36
Figura 15: Arquitectura Cliente-Servidor con Microservicios.....	36
Figura 16: Reconocimiento facial - OpenCV.....	37
Figura 17: Análisis de Sentimientos - DeepFace	37
Figura 18: Interfaces de Inicio de sesión y perfil.....	38
Figura 19: Codificación interfaz login y registro	38
Figura 20: Codificación interfaz de perfil.....	38
Figura 21: Codificación de estudiantes y semestre	39
Figura 22: Codificación de sesiones y dashboard	39
Figura 23: Proceso para medir la interacción según su sentimiento	43
Figura 24: Registro de emociones.....	44
Figura 25: Excel con los resultados de la encuesta aplicada.....	44
Figura 26: Prueba 1 - Sistemas Interactivos y Multimedia	45
Figura 27: Prueba 2 - Métodos Numéricos	46
Figura 28: Prueba 3 - Inteligencia Artificial y Gestión del Conocimiento	47
Figura 29: Prueba 4 - Habilidades para la Vida	47

Figura 30: Prueba 5 - Comunicación Efectiva	48
Figura 31: Prueba 6 - Programación 1	49
Figura 32: Prueba 7 - Programación 2	49
Figura 33: Prueba 8 - Escalabilidad de Redes.....	50
Figura 34: Prueba 9 - Física Básica.....	51
Figura 35: Pregunta 1 – Eficiencia (interfaces).....	51
Figura 36: Pregunta 2 – Eficiencia (interfaces).....	52
Figura 37: Pregunta 3 – Eficiencia (interfaces).....	52
Figura 38: Pregunta 1 – Eficiencia (funcionalidades específicas)	53
Figura 39: Pregunta 2 - Eficiencia (funcionalidades específicas).....	53
Figura 40: Pregunta 3 - Eficiencia (funcionalidades específicas).....	54
Figura 41: Pregunta 1 – Eficacia (cumplimiento de objetivos).....	54
Figura 42: Pregunta 2 - Eficacia (cumplimiento de objetivos)	55
Figura 43: Pregunta 3 - Eficacia (cumplimiento de objetivos)	55
Figura 44: Pregunta 1 - Eficacia (tiempo necesario para completar tareas).....	56
Figura 45: Pregunta 2 - Eficacia (tiempo necesario para completar tareas).....	56
Figura 46: Pregunta 1 – Satisfacción (tasa de Respuesta).....	57
Figura 47: Pregunta 2 - Satisfacción (tasa de Respuesta)	57

RESUMEN

La presente investigación aborda el desafío que enfrentan los docentes para evaluar de manera objetiva y en tiempo real la interacción de los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en contextos con grupos numerosos o dinámicas aceleradas. El objetivo principal fue desarrollar una aplicación móvil basada en inteligencia artificial (IA) que permita realizar análisis de sentimientos en tiempo real mediante el reconocimiento facial, con el fin de medir la interacción estudiantil en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información.

Para ello, se aplicó una metodología de tipo aplicada y experimental, utilizando técnicas de inteligencia artificial como OpenCV y DeepFace para el reconocimiento de emociones, y se desarrolló la aplicación con React Native bajo una arquitectura de microservicios. La gestión del proyecto se llevó a cabo con la metodología ágil Kanban, y se evaluó la usabilidad del sistema conforme a la norma ISO/IEC 25010, mediante encuestas aplicadas a docentes.

La medición de la interacción se realizó analizando las emociones faciales de los estudiantes al inicio y al final de cada clase, clasificando los sentimientos detectados en categorías como felicidad, tristeza, enojo, miedo, sorpresa y neutralidad. A partir de estos datos, se construyeron gráficos comparativos que permitieron identificar variaciones emocionales. Se interpretó que emociones positivas (felicidad y sorpresa) reflejan una mayor implicación emocional y, por tanto, un mayor nivel de interacción; mientras que las emociones negativas o neutras sugieren desinterés o desconexión. Esta metodología permitió vincular directamente el estado emocional con la participación activa del estudiante.

Los resultados demostraron que la aplicación fue capaz de detectar con precisión las emociones predominantes y evidenciar cambios significativos en los niveles de interacción antes y después de la clase. Más del 60% de los docentes participantes estuvieron totalmente de acuerdo con la utilidad, precisión y usabilidad de la herramienta.

Se concluye que la aplicación desarrollada representa una solución innovadora para la medición objetiva de la participación estudiantil, y constituye una herramienta valiosa para docentes al ofrecer información emocional en tiempo real que puede ser utilizada para mejorar las estrategias pedagógicas.

Palabras claves: análisis de sentimientos, inteligencia artificial, interacción estudiantil, Kanban, reconocimiento facial, tiempo real, usabilidad

ABSTRACT

This research addresses the challenge educators face objectively and in real-time when evaluating student interaction during teaching-learning, especially in contexts involving large groups or fast-paced dynamics. The main objective was to develop a mobile application based on artificial intelligence (AI) capable of performing real-time sentiment analysis through facial recognition to measure student interaction in the Information Technology Engineering program.

An applied and experimental methodology was employed, utilizing AI techniques such as OpenCV and DeepFace for emotion recognition. The application was developed using React Native under a microservices architecture. Project management followed the agile Kanban methodology, and the system's usability was evaluated according to the ISO/IEC 25010 standard through surveys administered to instructors.

Student interaction was measured by analyzing facial emotions at the beginning and end of each class, classifying detected sentiments such as happiness, sadness, anger, fear, surprise, and neutrality. Based on this data, comparative charts were created to identify emotional variations. Positive emotions (happiness and surprise) were interpreted as indicators of stronger emotional engagement and, therefore, a higher level of interaction, while negative or neutral emotions suggested disinterest or disengagement. This methodology allowed for a direct link between emotional states and active student participation.

The results demonstrated that the application could accurately detect predominant emotions and highlight significant changes in interaction levels before and after class. Over 60% of participating instructors strongly agreed with the tool's usefulness, accuracy, and usability.

It is concluded that the developed application represents an innovative solution for objectively measuring student participation and provides a valuable tool for educators by offering real-time emotional insights that can enhance pedagogical strategies.

Keywords: sentiment analysis, artificial intelligence, student interaction, Kanban, facial recognition, real-time, usability.



Reviewed by:
Ms.C. Ana Maldonado León
ENGLISH PROFESSOR
C.I.0601975980

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, las aplicaciones de la inteligencia artificial (IA) en la educación van en crecimiento y han sido un gran interés en los últimos años. La IA y las tecnologías de aprendizaje adaptativo ocupan un lugar relevante para el desarrollo de importantes tecnologías educativas ya que permiten personalizar la experiencia de aprendizaje según las necesidades de cada estudiante [1].

Aunque las aulas tradicionales siguen siendo fundamentales, el identificar el estado emocional y la participación estudiantil sigue siendo un reto. En entornos dinámicos y muy diversos, los gestos, expresiones faciales brindan indicios clave sobre su compromiso y bienestar.

Una de las áreas de más interés es el análisis de sentimientos, una técnica que utiliza algoritmos de IA para interpretar y clasificar las emociones humanas a partir de datos textuales, visuales o auditivos. Según [2] “La inteligencia emocional desempeña un papel crucial en la motivación y el logro académico, y su relación con la IA en la evaluación emocional es un área de investigación en constante evolución”.

El presente trabajo de investigación se centra en el desarrollo de una aplicación móvil que utiliza el reconocimiento facial y algoritmos de IA para realizar un análisis de sentimientos en tiempo real. El objetivo principal de esta aplicación es medir el nivel de interacción durante las actividades educativas, proporcionando a los educadores una herramienta innovadora para adaptar sus métodos de enseñanza en función de las respuestas emocionales de los alumnos.

Esta aplicación no solo identifica las emociones predominantes de los estudiantes, sino también permite a los docentes tener una mejor percepción de como estas influyen en su nivel de participación, además de plantear un precedente en el uso de inteligencia artificial para mejorar la experiencia de aprendizaje. Mediante la recolección y el análisis de expresiones faciales, se busca comprender mejor los factores que inciden en la dinámica del aula y, en última instancia mejorar el proceso educativo.

1.1 Planteamiento del Problema

En el contexto de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información, la calidad de la interacción entre docentes y estudiantes es un factor que incide en el éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje. No obstante, evaluar con precisión el nivel de participación estudiantil en base a las emociones durante las clases presenciales sigue siendo un reto. Las técnicas tradicionales, como la observación directa, pueden ser subjetivas, y limitadas, especialmente en grupos numerosos o en clases con dinámicas aceleradas.

A esta problemática se suma la dificultad de interpretar de forma adecuada las señales no verbales, como las expresiones faciales, que reflejan el estado emocional del estudiante y su grado de implicación. Las emociones juegan un papel crucial en la atención, la motivación, la retención del conocimiento y, por ende, en la participación activa dentro del aula. Diversos estudios [3] [4] evidencian que a mejores emociones experimentadas por los estudiantes como felicidad o sorpresa corresponde un mayor nivel de interacción, mientras que emociones negativas como tristeza, miedo o enojo tienden a reducir significativamente su participación.

Sin embargo, los docentes carecen de herramientas tecnológicas que les permitan analizar objetivamente estos aspectos emocionales para relacionarlos con el nivel de interacción de los estudiantes. En este contexto, es importante encontrar nuevas formas de medir la interacción de los estudiantes en tiempo real, utilizando el análisis de sus emociones a partir de sus expresiones faciales. Aplicar técnicas de inteligencia artificial, como el reconocimiento facial y el análisis automático de emociones, ofrece una buena oportunidad para mejorar los métodos tradicionales y entender mejor el comportamiento de los estudiantes en las aulas.

1.2 Justificación

El análisis de sentimientos en tiempo real permite a los educadores entender de manera más precisa y real el estado emocional de los estudiantes, facilitando la adaptación de sus métodos de enseñanza para mejorar el nivel de participación en clase. Al observar señales no verbales y crear un ambiente de confianza, los docentes pueden mejorar significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar una aplicación móvil de análisis de sentimientos en tiempo real con IA para medir la interacción de los alumnos según como expresen sus sentimientos explorando una solución innovadora, contribuyendo así a una educación más efectiva y centrada en el estudiante. Además, el avance de la IA y las tecnologías de reconocimiento facial ofrece nuevas oportunidades para superar las limitaciones que presenta el aula presencial de clase.

La aplicación propuesta no solo beneficiará a los educadores y estudiantes, sino que también contribuirá al avance del conocimiento en el campo de la educación y la inteligencia artificial.

1.3 Formulación del Problema

El problema principal que motivó este estudio se formuló de la siguiente manera:

¿Cómo puede una aplicación móvil de análisis de sentimientos en tiempo real, basada en inteligencia artificial, mejorar la medición de la interacción de los alumnos en el proceso de

enseñanza-aprendizaje en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información?

1.4 Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil de análisis de sentimientos en tiempo real con IA para medir el nivel de interacción de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información.

Objetivos específicos

- Investigar y analizar técnicas avanzadas de reconocimiento facial y algoritmos de análisis de sentimientos basados en inteligencia artificial.
- Implementar una aplicación móvil que utilice técnicas de inteligencia artificial como el reconocimiento facial para el análisis de sentimientos en tiempo real, permitiendo la medición de la interacción.
- Evaluar la usabilidad de la aplicación utilizando el estándar de calidad ISO/IEC 25010 y la medición de la interacción estudiantil, mediante el análisis de datos sobre participación y compromiso de los estudiantes.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Inteligencia artificial

La IA se define como un campo de la informática que busca crear sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Estas tareas incluyen el reconocimiento de voz, la toma de decisiones, la traducción de idiomas y la percepción visual. La IA ha transformado múltiples sectores, permitiendo la automatización de tareas y la mejora de la toma de decisiones en tiempo real. Esta nueva tecnología permite ver una mejora sobre la toma de decisiones de los usuarios finales en diversas áreas[5].

El uso de la IA en la educación puede transformar la experiencia de aprendizaje al ofrecer experiencias personalizadas y de mejorar la eficiencia administrativa. Sin embargo, es importante abordar los desafíos y limitaciones asociados con el uso de la IA en la educación para garantizar su éxito a largo plazo[6].

2.2 Análisis de sentimientos

Es una técnica de procesamiento de lenguaje natural (PLN) y aprendizaje automático para determinar el tono emocional detrás de una serie de palabras, imágenes o sonidos. Para realizar el AS pueden aplicarse métodos con diccionarios de emociones preestablecidos, también conocidos como lexicón, o métodos como el machine learning (aprendizaje de máquina) que consiste en la construcción de algoritmos que aprenden a clasificar de manera automática grandes conjuntos de datos [7].

2.2.1 Redes neuronales comunes para el análisis de sentimientos

Las redes neuronales son un componente fundamental de la inteligencia artificial, diseñadas para imitar la estructura y función del cerebro humano. Con el gran éxito del aprendizaje profundo en el campo de la imagen, cada vez más investigadores comenzaron a aplicar el aprendizaje profundo a la investigación del análisis de sentimientos y lograron grandes avances. Los modelos comunes de aprendizaje profundo utilizados en el campo del análisis de sentimientos son la red neuronal convolucional (CNN), la red neuronal recurrente (RNN) [8]. Las CNN resultan eficaces en la extracción de características espaciales de imágenes, como expresiones faciales, mientras que las RNN son más adecuadas para procesar información secuencial, como el texto.

2.3 OpenCV y DeepFace

Bibliotecas como OpenCV, DeepFace son herramientas clave para implementar reconocimiento facial en aplicaciones móviles, permitiendo identificar emociones y reacciones faciales de manera eficiente en dispositivos con recursos limitados.

- OpenCV (Open Source Computer Vision Library) es una biblioteca de código abierto que proporciona herramientas para procesar imágenes y videos. OpenCV permite detectar y reconocer rostros en imágenes en tiempo real, lo que es esencial para sistemas de interacción basados en el análisis facial[9]
- DeepFace es una biblioteca de Python que facilita la implementación de modelos de reconocimiento facial mediante el uso de técnicas avanzadas de Deep Learning. Utiliza redes neuronales profundas pre entrenadas en la cual se utilizaron en una etapa inicial 13 mil imágenes de rostros de unas 5 mil personas, posteriormente, los investigadores agregaron 2600 imágenes más para ajustar mejor el modelo. Para la identificación de rostros y es conocida por su alta precisión en la clasificación de expresiones faciales [10].

2.4 Aplicaciones móviles

Una aplicación móvil, comúnmente abreviada como (app), es un tipo de software diseñado para ejecutarse en dispositivos portátiles como teléfonos inteligentes y tabletas. Estas aplicaciones suelen ofrecer a los usuarios servicios similares a los disponibles en computadoras, aunque con una funcionalidad más limitada. Originalmente popularizadas por Apple Inc., las apps han evolucionado para convertirse en herramientas esenciales en la vida diaria. A diferencia del software integrado común en las PC, las aplicaciones móviles tienden a centrarse en funciones específicas y diferenciadas, como juegos, calculadoras o navegación móvil. Esta especialización se debe en parte a las limitaciones de hardware de los primeros dispositivos móviles, que no facilitaban la multitarea. Sin embargo, este enfoque permite a los usuarios elegir manualmente qué funciones desean utilizar en sus dispositivos, optimizando así la experiencia de uso[11].

2.5 Framework React Native y Expo Go

Los marcos de desarrollo móvil multiplataforma son una forma popular de crear aplicaciones móviles en estos días. Una de las opciones más populares son React Native junto con Expo Go, que ofrecen una manera de crear aplicaciones para IOS y Android.

2.5.1 React Native

En el año 2015 se lanza React, una librería creada por Jordan Walke, un ingeniero de software de Facebook. Esta librería hasta la fecha es utilizada por grandes empresas como Netflix y Uber, por supuesto, es mantenida por Facebook, Instagram y otras comunidades de desarrolladores independientes y compañías. Esta librería tiene la capacidad de desarrollar aplicaciones móviles de forma nativa a los sistemas operativos más importantes del momento: iOS y Android[12].

A continuación, se puede apreciar en la figura 1 la estructura del framework React Native multiplataforma.

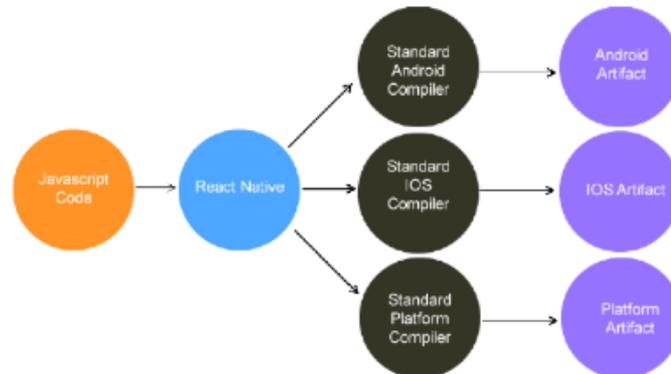


Figura 1: Estructura del framework React Native

Fuente: [13]

Gracias a React Native, los desarrolladores pueden construir aplicaciones móviles de alta calidad utilizando las mismas habilidades que emplean para crear sitios web. Su creciente popularidad entre empresas líderes lo convierten en una opción sólida para el desarrollo móvil.

2.5.2 Expo / Expo Go

Expo es un entorno de desarrollo creado para integrarse con React Native, cuyo propósito es simplificar y agilizar la creación de aplicaciones móviles. Ofrece herramientas que facilitan procesos frecuentes y disminuyen la complejidad técnica, lo que permite a los desarrolladores centrarse en la funcionalidad de la app. Sus principales componentes son Expo CLI y Expo Go. Esta última es una aplicación móvil gratuita, compatible con sistemas operativos Android e iOS, que permite ejecutar y visualizar en tiempo real los proyectos desarrollados con Expo y React Native[14].

A continuación, en la siguiente tabla 1 se analizan las ventajas y desventajas de utilizar Expo Go.

Tabla 1: Ventajas y desventajas de Expo Go

Ventaja	Desventajas
Compatibilidad entre plataformas: Puedes desarrollar una aplicación una vez en JavaScript usando Expo y usarla tanto en Android como en iOS.	Mayor sobrecarga debido al flujo de trabajo administrado

Desarrollo más rápido: Las funciones fáciles de usar para desarrolladores, como la recarga en vivo y el reemplazo de módulos en caliente, junto con su extensa biblioteca de API y servicios, lo convierten en un verdadero ahorro de tiempo.

Limitado a las funciones proporcionadas por Expo

Acceso a funciones nativas: Tiene una gama de módulos y componentes prediseñados que le ayudan a integrar rápidamente estas funciones nativas del dispositivo desde el primer momento, allanando el camino para aplicaciones más interactivas y con más funciones.

Dependencia de Expo para actualizaciones y funciones

Comunidad y ecosistema: Al igual que cualquier marco robusto y de código abierto, Expo cuenta con una comunidad de desarrolladores vibrante, útil y en crecimiento que contribuye a ampliar sus capacidades y llenar los vacíos.

Acceso limitado a módulos y bibliotecas nativas

Fuente:[14]

2.6 Arquitectura basada en microservicios

La arquitectura de microservicios ha tenido gran importancia en los últimos años como solución a los retos que plantean una arquitectura monolítica. La transición de la arquitectura monolítica a los microservicios facilita el desarrollo de soluciones de software más escalables, adaptables y sencillas de mantener. Al dividir las aplicaciones en servicios autónomos e independientes, permite que cada uno se implemente, actualice y escale de forma separada, lo cual mejora la eficiencia operativa y acelera el tiempo de lanzamiento al mercado[15].

A continuación, en la figura 2 se puede observar la comparación entre la arquitectura monolítica y una arquitectura de microservicios

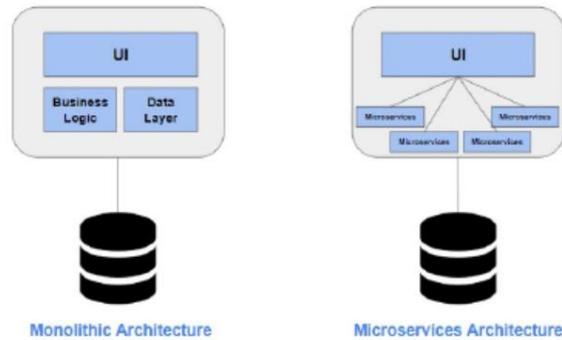


Figura 2: Patrón básico de arquitectura de microservicios

Fuente: [16]

2.7 Base de datos MongoDB

MongoDB es el tipo de base de datos NoSQL más popular, con un crecimiento continuo y seguro desde su lanzamiento, permite el almacenamiento flexible de datos no estructurados, ideal para aplicaciones móviles que requieren una alta disponibilidad y escalabilidad en el manejo de grandes volúmenes de datos que almacenan y gestiona sus datos en documentos de estilo JSON. Las mejoras en cada versión y su estructura flexible, que puede cambiar con frecuencia durante su desarrollo, proporcionan escalabilidad automática con alto rendimiento y disponibilidad[17].

A continuación, se puede apreciar en la figura 4 se puede observar el formato de un archivo JSON de MongoDB.

JSON (BSON)

```

{
  "nombre": "Juan",
  "edad": 25
  "dirección":
    {
      "ciudad": "Barcelona"
    },
  "aficiones":[
    {"nombre": "Fútbol" },
    {"nombre": "Esquí" }
  ]
}

```

Figura 3: Ejemplo Formato JSON de MongoDB

Fuente: [18]

2.8 Medición de la interacción y el compromiso

La interacción en el entorno educativo no solo se limita a la participación activa en actividades académicas, sino que también está influenciada por el estado emocional del estudiante. Diversos estudios han demostrado que las emociones desempeñan un papel fundamental en los procesos cognitivos, afectando directamente la atención, la retención del conocimiento y la disposición para participar en el aula. En este contexto, la medición del

nivel de interacción a partir del análisis emocional permite obtener indicadores más precisos sobre el grado de implicación del estudiante en su proceso de aprendizaje[19].

Medir el nivel de la interacción en base al sentimiento se puede lograr mediante el análisis emocional del rostro o de otros datos como texto o voz, con el fin de inferir el estado emocional del estudiante durante una actividad educativa. A partir de ese estado emocional, se puede interpretar su grado de implicación o desconexión con la clase.

Este enfoque tiene base en investigaciones sobre el papel de las emociones en el aprendizaje, como señala [20], quien afirma que las emociones positivas favorecen la atención, la memoria y la motivación, mientras que las negativas tienden a reducir la participación activa.

2.9 Evaluación de usabilidad mediante el estándar de calidad ISO 25010

El estándar de calidad ISO/IEC 25010 es un modelo internacionalmente reconocido que define un marco para evaluar la calidad de software, proporcionando criterios específicos para aspectos clave, incluyendo la usabilidad. La usabilidad, según este estándar, abarca características como la efectividad, eficiencia, satisfacción, seguridad y facilidad de aprendizaje del software, que en conjunto buscan asegurar que los usuarios logren sus objetivos de manera intuitiva y sin complicaciones [21].

A continuación, se puede apreciar en la figura 5 una breve descripción de las características que incluye este modelo de calidad.



Figura 4: Modelo de calidad definido por la ISO/IEC 25010

Fuente: [22]

2.10 Metodología Kanban

La metodología Kanban es un sistema de gestión visual de proyectos que permite organizar y optimizar el flujo de trabajo, originado en Toyota en la década de 1940 como parte de su sistema de producción. Se basa en el uso de tarjetas (llamadas "kanban") y tableros para visualizar tareas, monitorear el progreso y limitar la cantidad de trabajo en curso (WIP) en cada etapa del proceso, lo cual reduce los cuellos de botella y mejora la eficiencia [23].

Para proyectos individuales, Kanban sigue siendo altamente útil. En este caso, te permite visualizar tus tareas en un tablero que puede dividirse en columnas como "Por hacer", "En proceso" y "Hecho". Así, podrás controlar tu avance de manera ágil, sin que se acumulen tareas en una sola etapa del desarrollo. Este método también facilita el ajuste de prioridades

y reduce la procrastinación, optimizando los tiempos de desarrollo y ofreciendo una visión clara del progreso de tu aplicación [24].

Kanban mantiene un planteamiento definido por fases o etapas tal y como se muestra en la figura 6.



Figura 5: Proceso de Kanban

Fuente: [25]

Entre las características de esta metodología es su capacidad para identificar los cuellos de botella durante la iteración de cada fase.

Esta metodología es particularmente útil en proyectos de desarrollo de software, ya que proporciona flexibilidad y permite ajustar las prioridades en función de las necesidades del proyecto, facilitando la colaboración en tiempo real y la transparencia del progreso.

CAPÍTULO III. METODOLOGIA

3.1 Tipo de investigación

Esta investigación tuvo una metodología aplicada, ya que se centró en resolver problemas específicos y prácticos mediante métodos y técnicas orientados a implementar una solución tecnológica con una aplicación móvil. Para ello, se observaron los datos recopilados sobre los sentimientos medidos en un entorno controlado, como fue el aula de clase presencial de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información.

Asimismo, el estudio también incluyó una metodología experimental esta permitió observar la influencia de una variable independiente como es el uso de la aplicación móvil sobre una variable dependiente que es el nivel de interacción de los estudiantes.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación tuvo un enfoque cualitativo y cuantitativo, que permitió obtener datos sobre el nivel de interacción en base a los sentimientos de los estudiantes y a la vez recolectar y analizar información sobre la usabilidad de la aplicación por parte de los docentes.

3.3 Población de estudio y tamaño de muestra

Para la selección de los participantes, se utilizó un muestreo por conveniencia, el cual se basó en la inclusión de docentes que se encontraban disponibles y dispuestos a participar en el estudio en el momento de la recolección de los datos. Esta técnica fue elegida debido a la accesibilidad y facilidad para obtener la información, considerando las limitaciones de tiempo, recursos y alcance del estudio. Si bien este tipo de muestreo no garantizó la representatividad estadística de la población, resultó adecuado para los fines exploratorios y descriptivos del estudio realizado.

3.4 Técnicas de Recolección de Datos

Con el objetivo de evaluar la usabilidad de la aplicación móvil desarrollada y medir su efectividad en la detección de la interacción estudiantil, se implementaron técnicas de recolección de datos que permitieron obtener información cuantitativa y cualitativa. Estas técnicas se enfocaron en dos dimensiones: la percepción de los usuarios sobre la facilidad de uso y funcionalidad de la aplicación, y el análisis de los datos recolectados en tiempo real para identificar el nivel de participación emocional de los estudiantes.

Las técnicas de recolección de datos utilizadas en este estudio se enfocan en dos aspectos principales: la **usabilidad** de la aplicación móvil, evaluada mediante encuestas basadas en la norma ISO/IEC 25010, y la **interacción** de los estudiantes, medida a través del análisis de sentimientos en tiempo real captados por el sistema.

Con el objetivo de obtener una visión integral sobre la interacción estudiantil y la usabilidad de la aplicación móvil, se implementaron las siguientes técnicas de recolección de datos que permitieron explorar los aspectos cualitativos y cuantitativos de este proyecto:

- **Encuesta:** Para obtener retroalimentación sobre la usabilidad de la aplicación.
- **Datos de la aplicación:** Recolección de datos generados por la aplicación sobre las emociones de las estudiantes detectadas.

3.5 Métodos de análisis y procesamiento de datos

Dado que la investigación se centra en la usabilidad y la medición del nivel de la interacción estudiantil en base al sentimiento, el análisis incluyó métodos cuantitativos para evaluar la experiencia de los docentes.

- **Análisis cuantitativo:** Para medir la interacción estudiantil, se aplicaron métodos cuantitativos a los datos recolectados por la aplicación, la cual capturó fotogramas antes y después de cada clase y se analizó mediante DeepFace que utiliza inteligencia artificial para poder detectar y clasificar las emociones en seis categorías: enojo,

miedo, felicidad, tristeza, sorpresa y neutral. Los resultados se visualizaron en gráficos de barras, permitiendo comparar emociones en ambos momentos y evaluar cambios relacionados con la participación del estudiante.

- **Comparación con estándares de usabilidad (ISO 25010):** Los resultados de las encuestas se evaluaron en función de los criterios de usabilidad de la norma ISO/IEC 25010, para determinar en qué medida la aplicación cumple con los requisitos de calidad y usabilidad esperados en un contexto educativo.

3.6 Identificación de variables

3.6.1 Variable dependiente

- Interacción de los estudiantes en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información.
- Usabilidad de la aplicación móvil para el análisis de sentimientos en tiempo real con IA.

3.6.2 Variable independiente

Uso de la aplicación móvil con IA para el análisis de sentimientos en tiempo real.

3.7 Operacionalización de variables

En la siguiente Tabla 2 se proporciona descripción detallada de cómo se operacionalizaron las variables

Tabla 2: Operacionalización de variables

PROBLEMA	TEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	CONCEPTUALZACION	DIMENSION	INDICADORES
¿Cómo puede una aplicación móvil de análisis de sentimientos en tiempo real, basada en inteligencia artificial, mejorar la medición de la interacción de los alumnos en el	Aplicación Móvil de Análisis de Sentimientos en Tiempo Real con IA para Medir la Interacción en Ingeniería en Tecnologías	GENERAL	INDEPENDIENTE	La implementación y utilización de una aplicación móvil específica que emplea inteligencia artificial para analizar en tiempo real las emociones expresadas por los estudiantes dentro del entorno educativo.	Desarrollo Software.	Independiente.-
		<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar una Aplicación Móvil de Análisis de Sentimientos en Tiempo Real con IA para Medir la Interacción en Ingeniería en Tecnologías de la Información. 	Uso de la aplicación móvil con IA para el análisis de sentimientos en tiempo real.			Precisión del análisis de sentimientos
		ESPECIFICOS	DEPENDIENTE			Dependiente.-
						Estabilidad y funcionamiento de la aplicación móvil

proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información?

- Investigar y analizar técnicas avanzadas de reconocimiento facial y algoritmos de análisis de sentimientos basados en inteligencia artificial.
- Implementar una aplicación móvil que utilice técnicas de inteligencia artificial como el reconocimiento facial para el análisis de sentimientos en tiempo real, permitiendo la medición de la interacción.
- Evaluar la usabilidad de la aplicación utilizando el estándar de calidad ISO/IEC 25010 y la medición de la interacción estudiantil, mediante el análisis de datos sobre participación y compromiso de los estudiantes.

- Usabilidad de la aplicación móvil para el análisis de sentimientos en tiempo real con IA.
- Interacción de los estudiantes en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información.

- Facilidad con la que los docentes pueden interactuar y navegar por la aplicación además de verificar que las funcionalidades específicas como lo es el análisis de sentimientos en tiempo real y que estas sean eficaces y eficientes.
- La interacción se entiende como el grado de implicación y participación activa del estudiante durante el proceso educativo, influido por factores emocionales.

Tipo de sentimiento.

Interacción:

- Nivel de interacción estimado según la variación del sentimiento (antes y después de la clase)

Usabilidad:

Eficiencia:

- Interfaz.
- Funcionalidades específicas.

Eficacia:

- Tiempo necesario para completar tareas.
- Cumplimiento de objetivos

Satisfacción:

- Tasa de Respuesta
- Encuestas de satisfacción del usuario.

3.8 Metodología de desarrollo

En esta investigación se implementó un sistema de análisis de sentimientos para medir el nivel de interacción de los estudiantes durante una clase. Los datos fueron recolectados en dos momentos clave: al inicio y al final de cada sesión. Para representar visualmente esta información, se implementó un dashboard con dos gráficos de barras. El primero muestra los sentimientos predominantes antes de iniciar la clase, y el segundo refleja los sentimientos una vez finalizada.

Los resultados obtenidos permiten establecer una relación directa entre los sentimientos positivos y el nivel de interacción: mientras más positivos son los sentimientos expresados por los estudiantes, mayor es su nivel de participación y compromiso durante la clase. Esta correlación evidencia que los recursos didácticos empleados y la metodología utilizada por el docente tienen un impacto significativo en el estado emocional del estudiante.

El análisis de los sentimientos al final de la clase se convierte así en un indicador valioso que permite a los docentes evaluar la efectividad de sus estrategias pedagógicas. Si los resultados muestran una tendencia hacia sentimientos positivos, se infiere que la clase fue bien recibida y motivadora. En cambio, si predominan sentimientos negativos, podría señalar la necesidad de revisar y ajustar las dinámicas de enseñanza. Este enfoque brinda una retroalimentación inmediata que contribuye al mejoramiento continuo del proceso educativo.

Además, con el fin de lograr una mejor organización en el desarrollo de la aplicación móvil, se adoptó la metodología Kanban. Esta metodología se basa en el uso de tableros visuales que permiten gestionar y dar seguimiento al progreso de las tareas, las cuales se trasladan entre columnas conforme se completan. Para estructurar el trabajo de forma más eficiente, el proyecto se dividió en cuatro fases: análisis, implementación y pruebas.

3.8.1 Historias de usuario

Las historias de usuarios permiten definir y comunicar los requisitos de una funcionalidad desde el punto de vista del usuario final. Como por ejemplo las historias que se presentan en el Anexo 1.

Especificación de requerimientos funcionales

La tabla 5 presenta el formato utilizado para describir los requisitos funcionales en el proyecto. Para una visión clara de los requerimientos consulte el Anexo 2. Estos requerimientos describen funciones específicas que la aplicación debe cumplir para cumplir con lo que se estableció y así alcanzar los objetivos del proyecto.

Tabla 3: Requerimientos Funcionales

ID	Funcionalidad	Prioridad	Descripción	Observación
RF01	Captura de Imágenes	Alta	La aplicación debe capturar imágenes en tiempo real utilizando la cámara frontal del dispositivo móvil.	

Especificación de requerimientos no funcionales

La tabla 6 presenta el formato utilizado para describir los requisitos no funcionales en el proyecto. Para una visión clara de los requerimientos consulte el Anexo 3. Estos requisitos complementan los aspectos funcionales del sistema al abordar áreas como usabilidad, seguridad, tecnología, entre otros. Cada requerimiento no funcional proporciona reglas específicas que guiarán el desarrollo y la implementación de la aplicación para garantizar una experiencia de usuario óptima y un funcionamiento eficiente.

Tabla 4: Requerimientos no Funcionales

ID	Requerimiento	Descripción
RNF01	Usabilidad	La interfaz de usuario debe ser intuitiva y fácil de usar para los docentes, incluso sin conocimientos técnicos avanzados.

Especificación de requerimientos tecnológicos

La tabla 7 presenta el formato utilizado para describir los requisitos no funcionales en el proyecto. Para una visión clara de los requerimientos consulte el Anexo 4. Con la ayuda de estas tecnologías se desarrolló una aplicación robusta funcional y que cumple con el propósito que es el análisis de sentimientos en tiempo real con IA.

Tabla 5: Requerimientos tecnológicos

ID	Requerimiento	Descripción
RT01	Plataforma de Desarrollo	La aplicación debe ser desarrollada utilizando React Native para garantizar la compatibilidad multiplataforma (Android y en el futuro, iOS). Expo Go será utilizado como marco de desarrollo para facilitar la creación, depuración y despliegue rápido de la aplicación.

Fase 1: Lista de tareas

Diseño del tablero Kanban

El sistema Kanban emplea un tablero para gestionar el flujo de trabajo. Las tareas se desplazan entre estados definidos donde primero se comienza con "Por hacer (To Do)" donde las tareas pendientes esperan por comenzar. Luego, pasan a "En progreso (In Progress)" mientras se trabaja en ellas. Una vez completadas, se mueven a "En revisión (Review)" para ser evaluadas antes de ser marcadas como "Completado (Done)", indicando su finalización exitosa. Este mecanismo, representado en la Tabla 3, facilita la visualización del progreso y la optimización del proceso:

Tabla 6: Diseño Inicial Tablero Kanban

Por Hacer	En Progreso	En Revisión	Completado
Levantar requerimientos funcionales y no funcionales.	Realizar reunión con el tutor encargado	Estudiar las herramientas necesarias para el desarrollo de la aplicación.	
Definir roles	Realizar Tablero Kanban		
Realizar el diagrama de Arquitectura			
Actualizar tablero Kanban			
Instalar Visual Studio Code y Expo			
Configurar Backend			
Configurar MongoDB			
Crear y codificar la interfaz gráfica de la aplicación			
Implementar la lógica de evaluación de sentimientos y guardado de datos.			
Actualizar Tablero Kanban			
Pruebas de Funcionalidad			
Corregir posibles errores			
Evaluar la usabilidad de la aplicación utilizando el estándar de calidad ISO/IEC 25010.			

Roles de la aplicación

A continuación, en la tabla 4 se presenta los roles de la aplicación.

Tabla 7: Descripción de roles

Rol	Descripción
Profesor	Administrar los estudiantes Administrar semestres Administrar materia Administrar clase Administrar análisis
Estudiante	Persona a la que se le aplicara el análisis

Fase 2: Desarrollo

Diagrama de casos de uso

A continuación, en la figura 7 se puede observar el diagrama de casos de uso donde se ilustra las interacciones principales entre el usuario en este caso el docente y la aplicación.

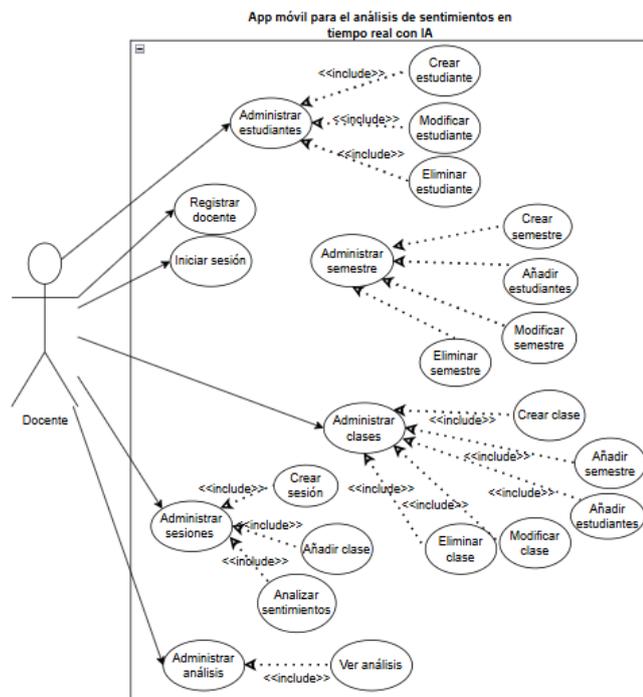


Figura 6: Diagrama de casos de uso

Diagrama de actividades

El diagrama de actividades describe el flujo de trabajo y las interacciones entre los diferentes componentes y usuarios de la aplicación móvil para el análisis de sentimientos en tiempo real. A continuación, en la figura 8 se presenta el diagrama de actividades de la aplicación móvil.

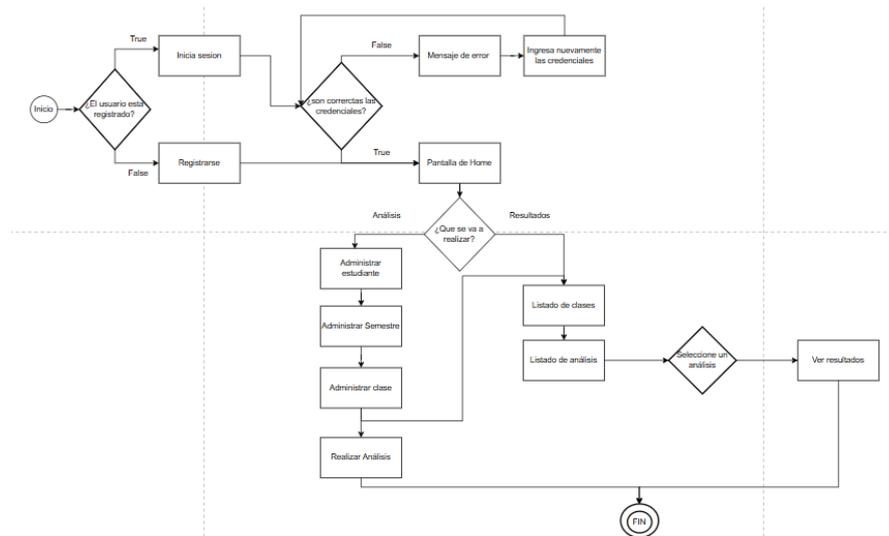


Figura 7: Diagrama de Actividades

Diagrama de componentes

El diagrama de componentes representa la arquitectura lógica del sistema, describiendo cómo se interconectan las diferentes partes del proyecto para cumplir con sus objetivos funcionales y no funcionales. En este caso, la arquitectura empleada está basada en microservicios, separando las responsabilidades entre el frontend y el backend, y facilitando la comunicación en tiempo real mediante WebSocket. A continuación, en la figura 9 se presenta el diagrama de componentes de la aplicación.

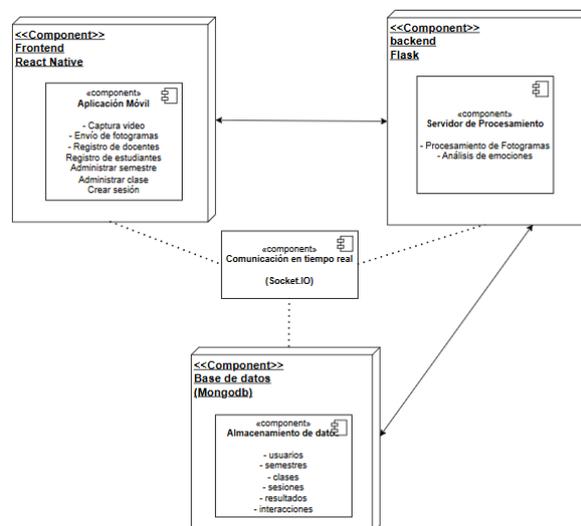


Figura 8: Diagrama de Componentes

Esquema base de datos no relacional

Para desarrollar la aplicación móvil, se utilizó MongoDB, una base de datos NoSQL en tiempo real. MongoDB almacena los datos en documentos y colecciones de formato JSON,

como se ilustra en la figura 10 que corresponde las colecciones para el funcionamiento de la aplicación.



Figura 9: Esquema colecciones de la base de datos

Mapa de navegabilidad

Para la creación de la aplicación móvil mediante el uso del framework React Native, se utilizó la herramienta “miro” en donde se diseñó las interfaces brindando un mapa de navegabilidad el cual se usó en la aplicación. A continuación, en la figura 11 se ilustra el mapa de navegabilidad comenzando con un splash, seguido de un login el cual nos permite iniciar sesión o en caso de no tener cuenta registrarse, una vez registrado se presentan los diferentes módulos, y por último la pantalla de realizar el análisis y el poder ver los resultados.

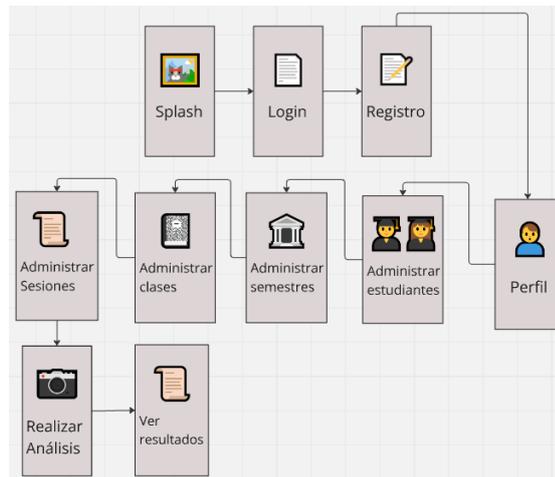


Figura 10: Mapa de navegabilidad de la aplicación móvil

Diseño de interfaz

Para la creación de la aplicación móvil mediante el uso del framework React Native, se utilizó la herramienta “miro” en donde se diseñó las interfaces brindando un modelo preliminar de la aplicación a continuación se muestra el diseño de la interfaz en la figura 12.

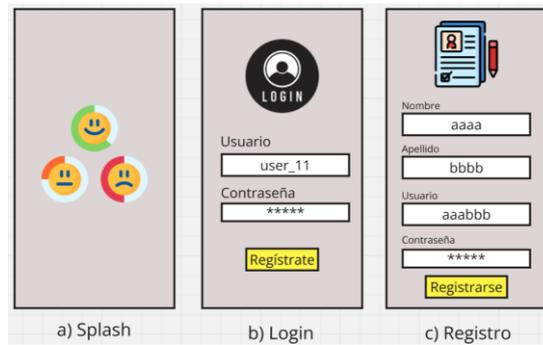


Figura 11: Interfaz login y registro

La figura 13 muestra el diseño de la interfaz de lo que es el perfil del docente.



Figura 12: Pantalla de perfil

La figura 14 muestra el diseño de las interfaces de lo que es el registro de cada componente, y la pantalla donde se abrirá la cámara para el análisis.

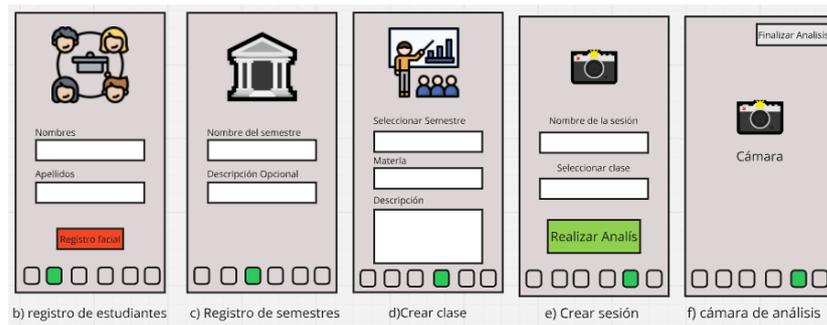


Figura 13: Interfaz de datos y análisis

La figura 15 muestra el diseño de la interfaz de lo que es el historial de los análisis donde se presenta un dashboard con gráficos de barras de los resultados del análisis de sentimientos de manera general y de cada estudiante.

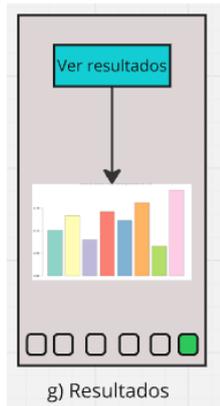


Figura 14: Interfaz resultados de análisis de sentimientos

Arquitectura cliente-servidor con microservicios (C/S)

La aplicación sigue una arquitectura cliente-servidor basada en microservicios, donde las responsabilidades están separadas entre el frontend y el backend, y la comunicación en tiempo real se realiza a través de WebSockets usando Socket.IO. Para el proyecto se utilizó Flask para gestionar las solicitudes y la lógica del servidor, mientras que OpenCV se utiliza para procesar los fotogramas del video y DeepFace para realizar el análisis de emociones en tiempo real.

Los resultados obtenidos del análisis se almacenan en MongoDB, una base de datos NoSQL que permite un almacenamiento flexible de los datos. A continuación, en la figura 16 se presenta el diagrama de arquitectura que ilustra cómo se integran estos componentes en el sistema, detallando el flujo de datos entre el frontend, backend, y la base de datos.

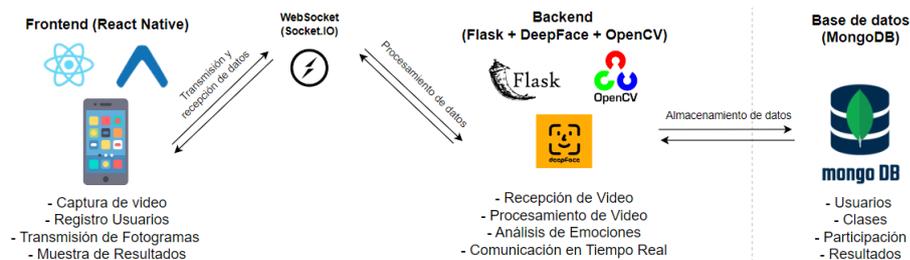


Figura 15: Arquitectura Cliente-Servidor con Microservicios

Implementación del reconocimiento facial y análisis de sentimientos con OpenCV y DeepFace.

Dentro del desarrollo del sistema, se implementó el componente de inteligencia artificial encargado del reconocimiento facial y análisis de emociones en el backend de la aplicación. Este módulo fue programado en **Python**, integrando las bibliotecas **OpenCV** para la detección de rostros y **DeepFace** para el análisis de sentimientos.

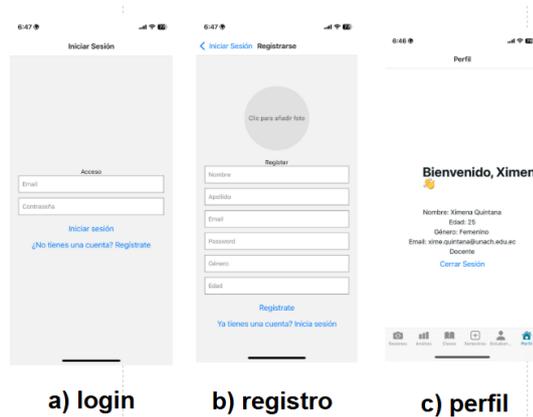


Figura 18: Interfaces de Inicio de sesión y perfil

Codificación

La figura 20 se muestra la estructura de la codificación del login y registro mediante el uso del framework React Native con Expo. A la izquierda, se visualizan los componentes que contiene el proyecto; en el centro, el código usado para generar cada parte del programa y a la derecha el resultado.

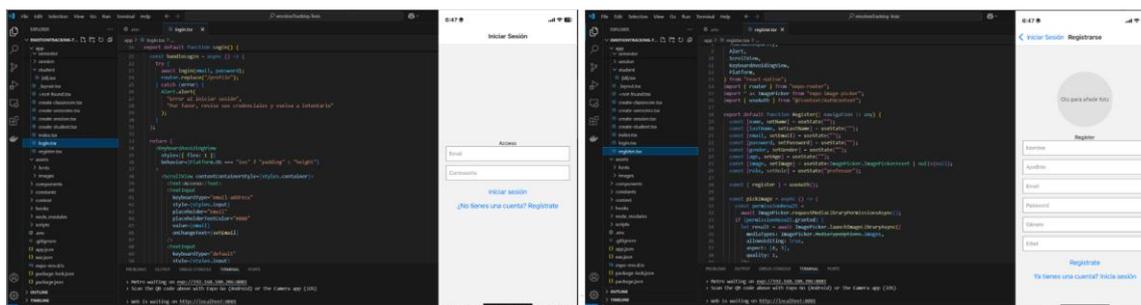


Figura 19: Codificación interfaz login y registro

La figura 21 se muestra la estructura de la codificación del perfil para que los usuarios puedan realizar un nuevo análisis o ver un historial de análisis.

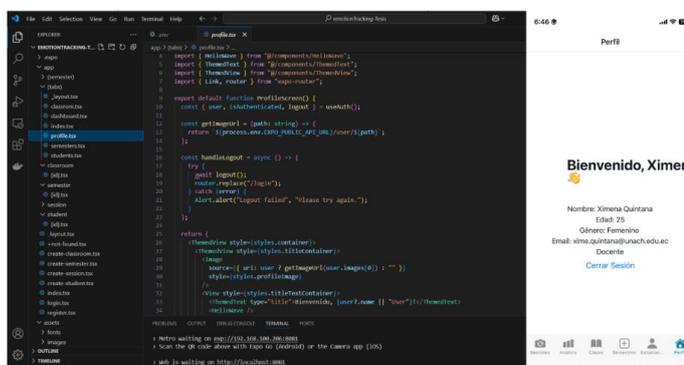


Figura 20: Codificación interfaz de perfil

La figura 22 se muestra la estructura de la codificación de la pantalla de estudiantes y de semestre.

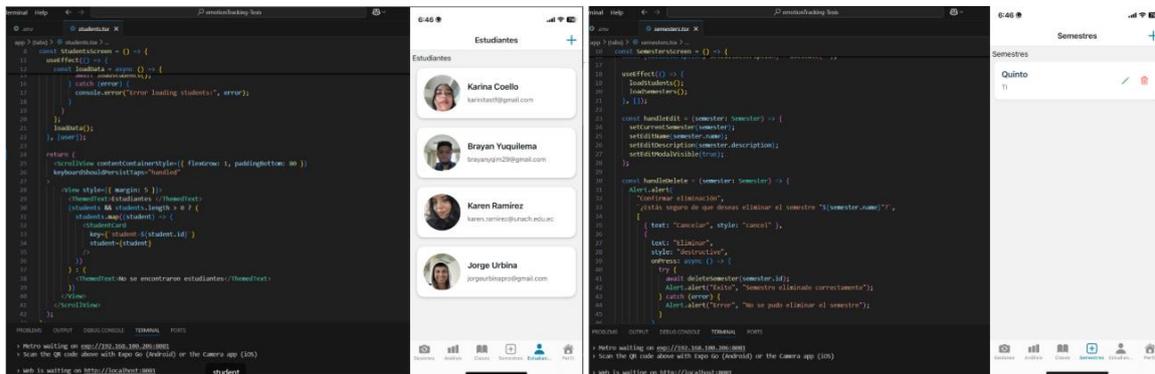


Figura 21: Codificación de estudiantes y semestre

La figura 23 se muestra la estructura de la codificación de los formularios de sesiones y el dashboard.

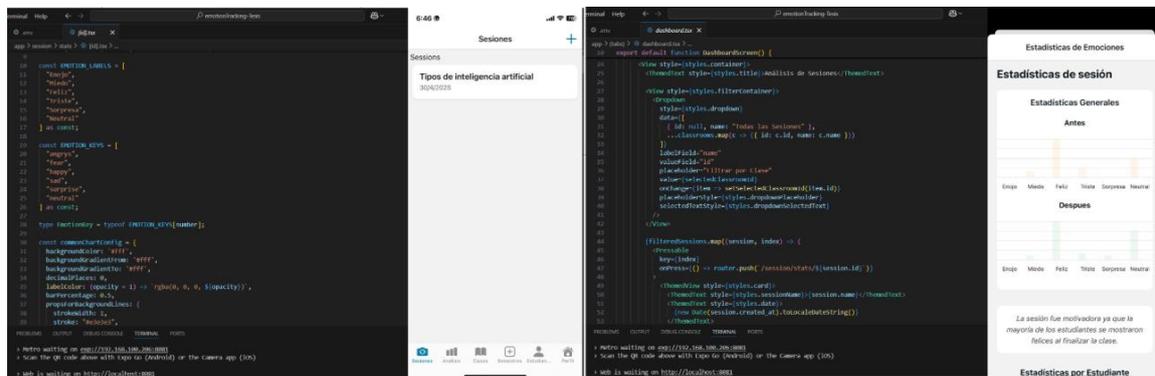


Figura 22: Codificación de sesiones y dashboard

Proceso de análisis de sentimiento de BackEnd y FrontEnd

La aplicación móvil utiliza una arquitectura basada en microservicios para separar las responsabilidades del frontend y el backend. El frontend, desarrollado en React Native, captura fotografías cada segundo mediante la cámara del dispositivo y los envía en tiempo real al backend a través de WebSocket. El backend, construido con Flask, procesa las imágenes usando OpenCV y analiza las emociones con el modelo DeepFace.

Una vez identificado el sentimiento, el backend envía al frontend el fotograma procesado con el rostro detectado, su mapeo facial y la emoción correspondiente. Esta información se muestra en tiempo real al docente y, además, se almacena en MongoDB para su posterior análisis. Los resultados se presentan en un dashboard que permite visualizar los niveles de interacción de los estudiantes a lo largo del tiempo. Para ver detalladamente el proceso de análisis de sentimientos, consulte el Anexo 6.

Actualización del tablero Kanban

Al finalizar la fase de Desarrollo del sistema, se realizó una actualización del tablero Kanban para visualizar el avance como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8: Tablero Kanban, fase de Desarrollo

Por Hacer	En Progreso	En Revisión	Completado
Actualizar tablero Kanban	Diseñar y codificar la interfaz gráfica de la aplicación móvil.	Instalar Visual Studio Code y Expo	Levantar requerimientos funcionales y no funcionales
Pruebas de Funcionalidad	Realizar la conexión con el servidor	Instalar Node.js y npm	Realizar el diagrama de Arquitectura
Corregir posibles errores		Configurar MongoDB	
Evaluar la usabilidad de la aplicación utilizando el estándar de calidad ISO/IEC 25010 y la medición de la interacción estudiantil, mediante el análisis de datos sobre participación y compromiso de los estudiantes.			Realizar diagrama de casos de uso
			Realizar diagrama de arquitectura

Fase 3: Pruebas

Planeación de pruebas

Como parte del proceso de validación del sistema desarrollado, se planificaron y ejecutaron pruebas orientadas a medir el nivel de interacción de los estudiantes durante una clase, utilizando un sistema de análisis de sentimientos. Estas pruebas se llevaron a cabo recolectando datos en dos momentos clave: al inicio y al final de cada sesión de clase. La información obtenida fue procesada por el sistema y visualizada a través de un dashboard compuesto por dos gráficos de barras: el primero representó los sentimientos predominantes antes de comenzar la clase, y el segundo mostró los sentimientos registrados al finalizarla.

Indicadores de medición

- **Clase de Sentimiento:** Se refiere a la categoría emocional predominante detectada en los estudiantes (felicidad, tristeza, enojo, miedo, sorpresa o neutralidad), la cual se infiere a partir del análisis facial.

- **Nivel de Interacción:** Se interpreta con base en la intensidad, variedad y frecuencia de las emociones detectadas. La presencia de emociones fuertes y variadas, como felicidad o sorpresa, se asocia a una mayor implicación emocional y, por tanto, a un mayor nivel de interacción.

Después de la culminación de las pruebas, para el cumplimiento del objetivo 3 de evaluar la usabilidad de la aplicación utilizando el estándar de calidad ISO/IEC 25010 y la medición del nivel de la interacción en base de los sentimientos analizados de los estudiantes, para ello se utilizó un planteamiento de preguntas para su evaluación tomando en cuenta el esquema de calidad del producto propuesto por la misma norma.

Para realizar esta encuesta y recoger los datos de la evaluación, se utilizó Google Forms debido a que es una herramienta accesible y fácil de usar tanto para los creadores de encuestas como para los encuestados.

A continuación, en la tabla 9 presenta el formato utilizado para describir las métricas que se van a evaluar de la usabilidad que se tomó de la norma ISO/IEC 25010 para evaluar la aplicación para una visión más completa revisar el Anexo 7.

Tabla 9: Métricas de la Usabilidad de la norma ISO/IEC 25010

Métricas	Descripción	Importancia
Eficiencia	Interfaces: Conjunto de componentes o secciones funcionales de la aplicación (e.g., captura de emociones, generación de reportes).	Media. Garantiza que todas las partes de la aplicación trabajen de manera coordinada y sin errores, asegurando el cumplimiento de los objetivos principales del proyecto.

Para los parámetros de las preguntas realizadas, se utilizó la escala de Likert que es una herramienta ampliamente utilizada en encuestas para medir percepciones y opiniones de los encuestados, permitiendo obtener una valoración subjetiva cuantificable.

A continuación, la Tabla 10 muestra las opciones y su equivalencia según la escala de Likert, aplicadas a cada una de las preguntas, las cuales se utilizaron para evaluar todas las métricas.

Tabla 10: Respuestas según la escala de Likert

Respuesta	Equivalencia
Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

Una vez se tiene en cuenta dichos criterios y lo que equivalen cada una de las respuestas se procedió a realizar la encuesta para poder evaluar la usabilidad de la aplicación móvil. A continuación, se muestra en la tabla 11 las preguntas realizadas, mismas que están divididas

en base a los criterios de usabilidad que se tomaron en cuenta basadas en la norma ISO/IEC 25010.

Tabla 11: Preguntas aplicadas en la encuesta según la norma ISO/IEC 2510

Eficiencia (Interfaces)		
Nº	Pregunta	Descripción
1	¿Las interfaces de la aplicación están claramente definidos y organizados?	Evalúa la claridad en la estructura y organización de los módulos dentro de la aplicación.
2	¿Las interfaces son intuitivos y fáciles de usar?	Determina la facilidad de uso y la accesibilidad de los módulos para el usuario.
3	¿Las interfaces ofrecen todas las funcionalidades necesarias para el análisis de sentimientos?	Analiza si la funcionalidad ofrecida por los módulos es suficiente para cumplir los objetivos planteados.
Eficiencia (Funcionalidades específicas)		
1	¿La funcionalidad de detección de emociones cumple con sus expectativas?	Busca medir si la funcionalidad principal se desempeña de acuerdo con las expectativas del usuario.
2	¿Las características específicas de la aplicación son fáciles de usar?	Evalúa la facilidad de acceso y manejo de las funcionalidades específicas de la aplicación.
3	¿Las herramientas integradas en la aplicación permiten realizar un análisis detallado?	Examina si el sistema de análisis cumple con los estándares de precisión esperados en tiempo real.
Eficacia (Cumplimiento de objetivos)		
1	¿La aplicación logra sus objetivos de medir la interacción estudiantil?	Verifica si el propósito principal de la aplicación se cumple eficazmente.
2	¿Considera que los datos proporcionados por la aplicación son útiles para mejorar el proceso educativo?	Determina si los resultados obtenidos en tiempo real son consistentes y fiables.
3	¿La aplicación proporciona resultados confiables en tiempo real?	Analiza el impacto de la herramienta en el proceso de evaluación de la interacción.
Eficacia (Tiempo necesario para completar tareas)		
1	¿El tiempo requerido para completar las tareas en la aplicación es aceptable?	Mide si las tareas dentro de la aplicación son ejecutadas en un tiempo razonable.
2	¿La aplicación optimiza el tiempo necesario para realizar el análisis de sentimientos?	Verifica si la herramienta está diseñada para minimizar tiempos innecesarios en el análisis.
Satisfacción (Tasa de respuesta)		
2	¿La velocidad de respuesta de la aplicación es adecuada para un análisis efectivo?	Determina si el tiempo de reacción de la aplicación permite un análisis eficiente de las emociones estudiantiles.

3 ¿La tasa de respuesta de la aplicación mejora la experiencia de uso para el análisis de sentimientos?

Evalúa si la velocidad de respuesta del sistema contribuye a una experiencia satisfactoria para los usuarios.

El enlace a la encuesta aplicada a la usabilidad en base a la norma ISO 25010 se la puede encontrar en el Anexo 8.

Ejecución de pruebas

Procedimiento para medir la variable dependiente: Interacción de los estudiantes según su tipo de sentimiento

Se midió la interacción de los estudiantes durante una clase a través del análisis de sentimientos detectados al inicio y al final de la sesión, partiendo de la premisa de que los estados emocionales de los estudiantes están estrechamente relacionados, lo cual se respalda con la siguiente investigación que dice que “el estado emocional influye notablemente en la interacción y el desempeño académico del estudiante. En particular, la presencia de emociones negativas, como ansiedad o culpa, puede limitar la participación activa durante la clase, mientras que emociones positivas favorecen una mayor implicación”[4].

A continuación, en la figura 24 se muestra el proceso para medir la variable dependiente interacción de los estudiantes según su tipo de sentimiento.

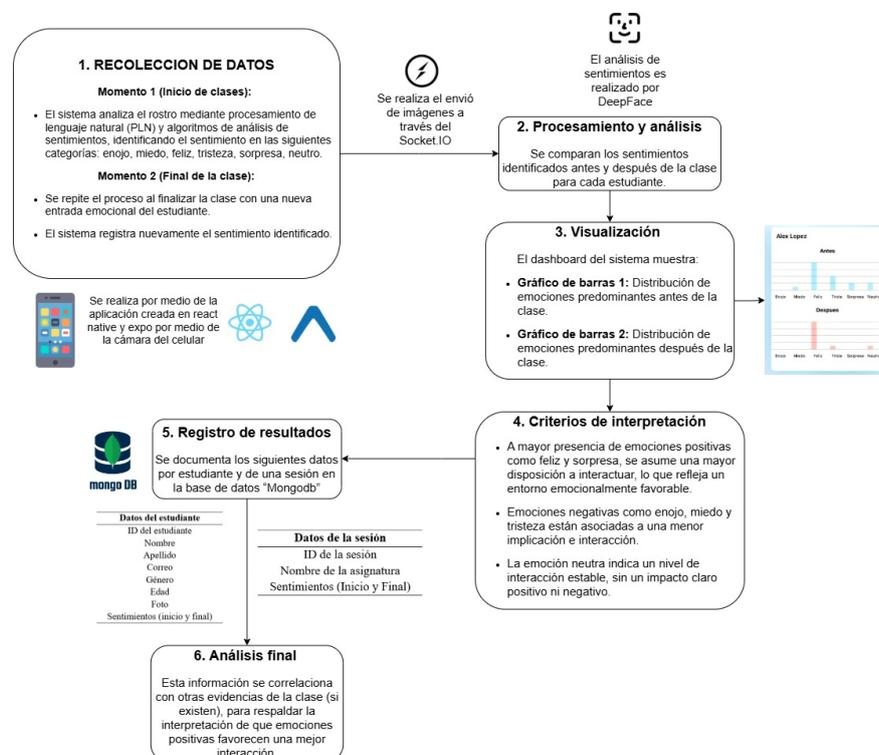


Figura 23: Proceso para medir la interacción según su sentimiento

A continuación, en la figura 25 se muestra la gráfica del registro de las emociones general de la clase.

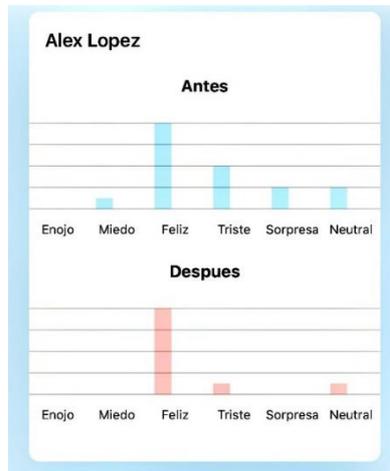


Figura 24: Registro de emociones

Una vez completada la prueba de la aplicación móvil la cual se realizó con 9 docentes de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Nacional de Chimborazo se aplicó una encuesta basada en la norma ISO/IEC 25010 para evaluar la usabilidad. Los resultados se muestran a continuación en la figura 26 (hoja de Excel).

Form_Responses1	¿Las interfaces de la aplicación están claras?	¿Las interfaces son intuitivas y fáciles de usar?	¿Las interfaces ofrecen todas las funcionalidad?	¿La funcionalidad de detección de emociones?	¿Las caract...
1	Marca temporal				
2	28/4/2025 16:04:34	Neutral	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo
3	29/4/2025 15:30:58	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
4	29/4/2025 18:20:26	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
5	29/4/2025 19:25:56	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
6	29/4/2025 20:10:29	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
7	29/4/2025 22:54:45	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
8	30/4/2025 14:40:39	De acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo
9	30/4/2025 14:59:11	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
10	30/4/2025 17:13:00	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

Figura 25: Excel con los resultados de la encuesta aplicada

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Tras concluir las pruebas, se pudo obtener los datos recopilados por parte de la aplicación la cual presenta datos generales de los sentimientos analizados de los estudiantes, además se evaluó la usabilidad de la aplicación móvil.

Resultados de la aplicación móvil

Los resultados presentados por parte de la aplicación utilizada por los docentes de la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Nacional de Chimborazo se basan en la medición de las emociones expresadas por los estudiantes, la aplicación analiza cinco diferentes tipos de emociones en los cuales se encuentran: enojo, miedo, feliz, triste, sorpresa y neutral.

En la Figura 25 se presenta una representación gráfica del proceso de análisis de sentimientos llevado a cabo durante las sesiones de clase. Esta figura permite visualizar de manera general cómo fue la participación tanto del docente como de los estudiantes. El docente desempeñó un papel activo en la planificación e implementación de actividades orientadas a fomentar la interacción, así como en la supervisión del uso de la aplicación móvil. Por su parte, los estudiantes participaron expresando sus emociones antes y después de cada clase, lo que permitió evaluar su nivel de implicación y compromiso con el proceso educativo. La colaboración entre ambos actores fue fundamental para obtener resultados significativos en la medición del impacto emocional y su relación con la interacción en el aula."

Prueba 1

A continuación, en la figura 27 se muestra el resultado general del análisis de sentimientos aplicado a los estudiantes durante la asignatura de Sistemas Interactivos y Multimedia:



Figura 26: Prueba 1 - Sistemas Interactivos y Multimedia

Interpretación: Los resultados mostraron un cambio significativo en el análisis de sentimientos de los estudiantes antes y después de la clase, en estrecha relación con el nivel de interacción experimentado durante la sesión. Inicialmente, se identificaron emociones contrastantes como miedo y felicidad, lo cual sugiere un alto grado de implicación emocional y, por ende, un mayor nivel de interacción. No obstante, al finalizar la clase, tras desarrollar actividades orientadas a promover dicha interacción, se observó una predominancia de sentimientos de felicidad y neutralidad. Este cambio revela que, aunque se mantuvieron emociones positivas como la felicidad, la presencia de neutralidad indica una ligera disminución o estabilización del nivel de interacción, reflejando posiblemente una menor conexión emocional con el proceso educativo en comparación con el inicio.

Prueba 2

A continuación, en la figura 28 se muestra el resultado general del análisis de sentimientos aplicado a los estudiantes durante la asignatura de Métodos Numéricos:

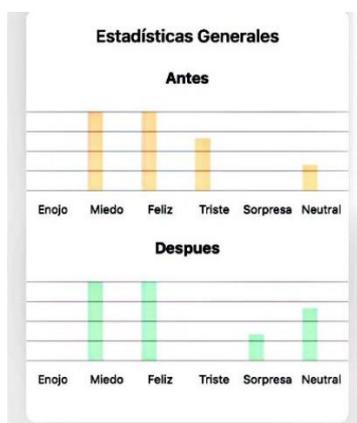


Figura 27: Prueba 2 - Métodos Numéricos

Interpretación: Los resultados evidenciaron ciertas similitudes en el análisis de sentimientos de los estudiantes antes y después de la clase, predominando emociones como miedo y felicidad, lo cual sugiere un nivel constante de interacción durante la sesión. Sin embargo, tras participar en actividades específicamente diseñadas para fomentar una mayor interacción, se observó una disminución en los sentimientos de tristeza y un aumento en emociones como sorpresa y neutralidad lo que aumento el nivel de participación. Este cambio indica que los sentimientos experimentados por los estudiantes están directamente influenciados por el grado de interacción en el aula, reflejando una transición hacia estados emocionales más equilibrados y menos negativos conforme avanza la clase.

Prueba 3

A continuación, en la figura 29 se muestra el resultado general del análisis de sentimientos aplicado a los estudiantes durante la asignatura de Inteligencia Artificial y Gestión del Conocimiento:



Figura 28: Prueba 3 - Inteligencia Artificial y Gestión del Conocimiento

Interpretación: Los resultados evidenciaron que el sentimiento de felicidad fue el predominante tanto antes como después de la clase, lo que indica una disposición emocional positiva por parte de los estudiantes. Sin embargo, tras participar en actividades diseñadas para fomentar una mayor interacción, se observó un aumento en los sentimientos de neutralidad y la aparición de la emoción de sorpresa. Este cambio sugiere que, aunque la felicidad se mantuvo, la presencia creciente de emociones más moderadas como la neutralidad y la sorpresa podría estar asociada a una variación en el nivel de interacción percibida por los estudiantes durante la sesión. En este sentido, los sentimientos experimentados reflejan cómo el grado de interacción en el aula influye directamente en las respuestas emocionales de los participantes.

Prueba 4

A continuación, en la figura 30 se muestra el resultado general del análisis de sentimientos aplicado a los estudiantes durante la asignatura de Habilidades para la Vida:



Figura 29: Prueba 4 - Habilidades para la Vida

Interpretación: Los resultados tuvieron un cambio notable en los sentimientos de los estudiantes antes y después de la clase, estrechamente vinculado al nivel de interacción

experimentado. Al inicio, predominaba la emoción de neutralidad, lo que sugiere una disposición emocional equilibrada pero distante. Sin embargo, tras la implementación de actividades orientadas a fomentar una mayor interacción, se evidenció un aumento relativo de emociones negativas como la tristeza, así como el mantenimiento de la neutralidad. Este cambio se vio representado una disminución en la interacción durante la sesión.

Prueba 5

A continuación, en la figura 31 se muestra el resultado general del análisis de sentimientos aplicado a los estudiantes durante la asignatura de Comunicación Efectiva:

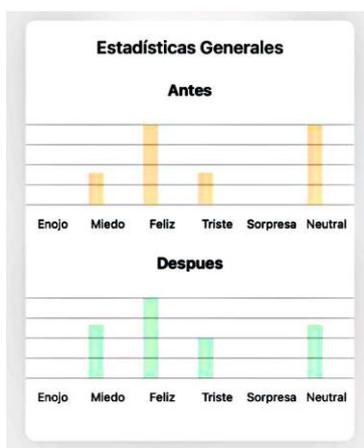


Figura 30: Prueba 5 - Comunicación Efectiva

Interpretación: Los resultados mostraron un patrón emocional similar en los estudiantes antes y después de la clase, directamente relacionado con el nivel de interacción experimentado. Al inicio, predominaban emociones como la felicidad y la neutralidad, lo que reflejaba una disposición emocional relativamente positiva y equilibrada. Sin embargo, tras participar en actividades orientadas a fomentar la interacción, se observó un aumento relativo de emociones negativas como el miedo y la tristeza lo cual hizo que disminuyera levemente el nivel de interacción. A pesar de ello, la felicidad continuó siendo uno de los sentimientos predominantes. Este contraste revela que la interacción durante la clase influye de forma directa en la experiencia emocional del estudiante.

Prueba 6

A continuación, en la figura 32 se muestra el resultado general del análisis de sentimientos aplicado a los estudiantes durante la asignatura de Programación 1:



Figura 31: Prueba 6 - Programación 1

Interpretación: Los resultados evidenciaron un cambio significativo en el análisis de sentimientos de los estudiantes antes y después de la clase, lo cual está estrechamente relacionado con el nivel de interacción experimentado durante la sesión. Al inicio, los estudiantes manifestaban emociones como miedo y felicidad, lo que indicaba un mayor nivel de interacción y una mayor implicación emocional con la actividad. Sin embargo, al finalizar la clase, tras participar en actividades diseñadas para fomentar dicha interacción, predominaban sentimientos de tristeza y neutralidad. Este cambio sugiere que, en lugar de aumentar, el nivel de interacción disminuyó, reflejando una desconexión emocional por parte de los estudiantes. Por tanto, los sentimientos observados demuestran que el grado de interacción en el proceso educativo se ve afectada por las emociones que experimentan los estudiantes.

Prueba 7

A continuación, en la figura 33 se muestra el resultado general del análisis de sentimientos aplicado a los estudiantes durante la asignatura de Programación 2:



Figura 32: Prueba 7 - Programación 2

Interpretación: Los resultados evidenciaron un cambio leve en los sentimientos de los

estudiantes antes y después de la clase, en estrecha relación con el nivel de interacción experimentado. Al inicio, predominaban emociones como la felicidad y la neutralidad, lo cual indicaba una disposición emocional positiva y estable. Posteriormente, tras la implementación de actividades orientadas a promover la interacción, se observó un aumento en la emoción de tristeza una respuesta negativa que contrasta con las emociones previas lo cual disminuyo menormente un poco el nivel de interacción. No obstante, la felicidad y la neutralidad continuaron siendo los sentimientos predominantes al finalizar la sesión por lo que el nivel de interacción se reestableció.

Prueba 8

A continuación, en la figura 34 se muestra el resultado general del análisis de sentimientos aplicado a los estudiantes durante la clase de Escalabilidad de Redes:

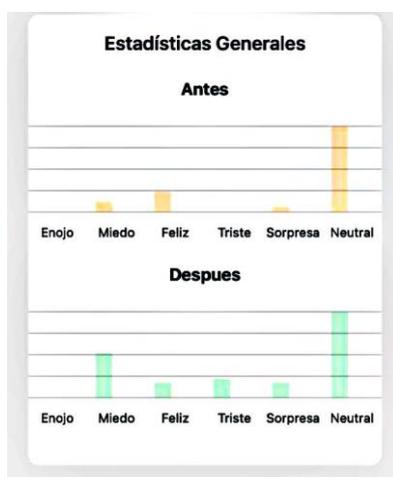


Figura 33: Prueba 8 - Escalabilidad de Redes

Interpretación: Los resultados evidencian un cambio significativo en el análisis de sentimientos de los estudiantes antes y después de la clase, estrechamente vinculado al nivel de interacción experimentado durante la sesión. Inicialmente, predominaban las emociones de felicidad y neutralidad, siendo esta última la más destacada. No obstante, tras participar en actividades diseñadas para promover una mayor interacción, se observó un incremento en sentimientos como el miedo, la tristeza y la sorpresa. A pesar de este aumento en emociones negativas y reactivas, la neutralidad continuó siendo el sentimiento predominante lo cual se vio reflejado en una disminución en el nivel de interacción.

Prueba 9

A continuación, en la figura 35 se muestra el resultado general del análisis de sentimientos aplicado a los estudiantes durante la asignatura de Física Básica:



Figura 34: Prueba 9 - Física Básica

Interpretación: Los resultados mostraron un cambio significativo en los sentimientos de los estudiantes antes y después de la clase, en estrecha relación con el nivel de interacción vivido durante la sesión. Inicialmente, predominaban emociones como la tristeza y la neutralidad, lo que reflejaba un estado emocional bajo o distante. Posteriormente, tras participar en actividades diseñadas para fomentar una mayor interacción, se mantuvo como predominante la emoción de neutralidad. Este resultado sugiere que, aunque se buscó incrementar la interacción, esta no fue suficiente para generar un cambio emocional positivo notable, ya que no se observó un aumento en emociones favorables como la felicidad.

Resultados de la evaluación de la usabilidad

A continuación, se detalla el resultado de la evaluación aplicada mediante Google Forms a docentes de la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Nacional de Chimborazo. Se analiza cada sección de la encuesta, que consta de 3 métricas eficacia, eficiencia, y satisfacción:

Eficiencia (interfaces)

En esta sección se realizó las preguntas sobre las interfaces que componen la aplicación. En la figura 36 se muestra el resultado de la primera pregunta de esta sección la cual evalúa la claridad en la estructura y organización de las interfaces dentro de la aplicación.



Figura 35: Pregunta 1 – Eficiencia (interfaces)

Interpretación: El 66,7% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿Las interfaces de la aplicación están claramente definidos y organizados?”, mientras que el 22,2% estuvo De acuerdo y un 11,1% se mostró neutral, es decir, no estuvo de acuerdo ni en desacuerdo. Estos resultados evidencian que, en términos generales, la mayoría de los usuarios perciben una adecuada definición y organización en las interfaces de la aplicación, lo que da una valoración positiva respecto a su estructura y diseño visual.

En la figura 37 se muestra el resultado de la segunda pregunta de esta sección la cual determina la facilidad de uso y la accesibilidad de las interfaces para el usuario.

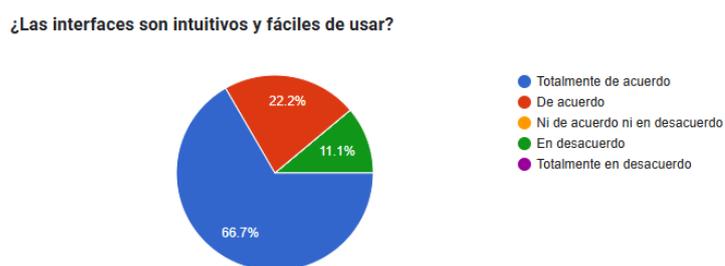


Figura 36: Pregunta 2 – Eficiencia (interfaces)

Interpretación: El 66,7% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta "¿Las interfaces son intuitivos y fáciles de usar?", mientras que el 22,2% estuvo Totalmente de acuerdo y un 11,1% estuvo En desacuerdo. Esto sugiere un nivel de usabilidad aceptable.

En la figura 38 se muestra el resultado de la tercera pregunta de esta sección la cual analiza si la funcionalidad ofrecida por las interfaces es suficiente para cumplir los objetivos planteados.



Figura 37: Pregunta 3 – Eficiencia (interfaces)

Interpretación: El 55,6% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿Las interfaces ofrecen todas las funcionalidades necesarias para el análisis de sentimientos?”, mientras que el 22,2% estuvo de acuerdo y otro 22,2% se mostró neutral es decir ni de acuerdo ni en desacuerdo. Estos resultados indican que más de la mitad de los usuarios percibieron que la aplicación cumple con las funcionalidades requeridas para el análisis de sentimientos, aunque una parte significativa se mantuvo en una posición neutral, lo cual sugiere que existen áreas por mejorar.

Eficiencia (funcionalidades específicas de la aplicación)

En esta sección se realizó las preguntas sobre las funcionalidades específicas de la aplicación. En la figura 39 se muestra el resultado de la primera pregunta de esta sección la cual busca medir si la funcionalidad principal se desempeña de acuerdo con las expectativas del usuario.

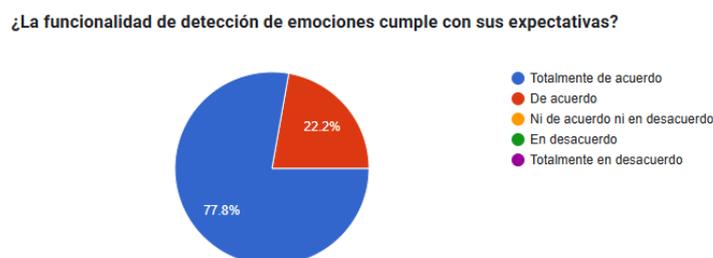


Figura 38: Pregunta 1 – Eficiencia (funcionalidades específicas)

Interpretación: El 77,8% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿La funcionalidad de detección de emociones cumple con sus expectativas?” mientras que el 22,2% estuvo De acuerdo. Estos resultados reflejan un alto nivel de satisfacción por parte de los usuarios respecto al desempeño de la funcionalidad principal de la aplicación, lo cual indica que esta cumple con las expectativas en cuanto al análisis de emociones.

En la figura 40 se muestra el resultado de la segunda pregunta de esta sección la cual evalúa la facilidad de acceso y manejo de las funcionalidades específicas de la aplicación.



Figura 39: Pregunta 2 - Eficiencia (funcionalidades específicas)

Interpretación: El 77,8% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿Las características específicas de la aplicación son fáciles de usar?” mientras que el 22,2% respondió De acuerdo. Estos resultados indican que la totalidad de los usuarios percibió las funcionalidades específicas de la aplicación como accesibles y fáciles de manejar.

En la figura 41 se muestra el resultado de la tercera pregunta de esta sección la cual examina si el sistema de análisis cumple con los estándares de precisión esperados en tiempo real.

¿Las herramientas integradas en la aplicación permiten realizar un análisis detallado de la interacción?

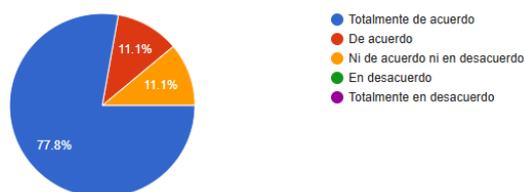


Figura 40: Pregunta 3 - Eficiencia (funcionalidades específicas)

Interpretación: El 77,8% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿Las herramientas integradas en la aplicación permiten realizar un análisis detallado?” mientras que un 11,1% respondió De acuerdo y otro 11,1% se mostró neutral es decir Ni de acuerdo ni en desacuerdo. Esto indica una percepción mayormente positiva sobre la precisión y confiabilidad del análisis en tiempo real de la aplicación, aunque la presencia de respuestas neutrales sugiere la posibilidad de mejorar.

Eficacia (cumplimiento de objetivos)

En esta sección se realizó las preguntas sobre la eficacia de la aplicación. En la figura 42 se muestra el resultado de la primera pregunta de esta sección la cual verifica si el propósito principal de la aplicación se cumple eficazmente.

¿La aplicación logra sus objetivos de medir la interacción estudiantil?

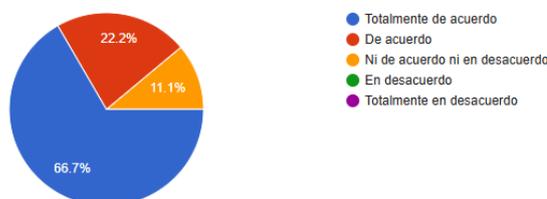


Figura 41: Pregunta 1 – Eficacia (cumplimiento de objetivos)

Interpretación: El 66,7% respondió Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿La aplicación logra sus objetivos de medir la interacción estudiantil?” mientras que el 22,2% respondió De acuerdo y un 11,1% se mantuvo neutral es decir Ni de acuerdo ni en desacuerdo. Esto sugiere que la mayoría de los usuarios consideran que la aplicación cumple con su propósito principal, aunque la presencia de respuestas neutrales sugiere que se puede mejorar en la visualización o comprensión de los resultados.

En la figura 43 se muestra el resultado de la segunda pregunta de esta sección la cual determina si los resultados obtenidos en tiempo real son consistentes y fiables.

¿Considera que los datos proporcionados por la aplicación son útiles para mejorar el proceso educativo?

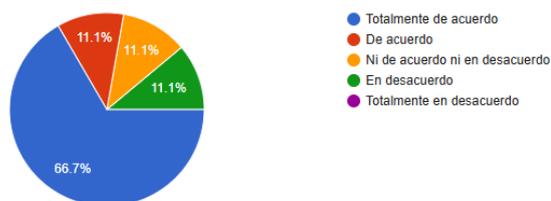


Figura 42: Pregunta 2 - Eficacia (cumplimiento de objetivos)

Interpretación: El 66,7% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿Considera que los datos proporcionados por la aplicación son útiles para mejorar el proceso educativo?” mientras que el 11,1% respondió De acuerdo, otro 11,1% respondió neutral es decir ni de acuerdo ni en desacuerdo y otro 11,1% estuvo en desacuerdo. Estos resultados evidencian que se valora positivamente la utilidad de los datos generados por la aplicación en el contexto educativo, aunque una pequeña proporción de usuarios que no perciben el mismo nivel de beneficio.

En la figura 44 se muestra el resultado de la tercera pregunta de esta sección la cual analiza el impacto de la herramienta en el proceso de evaluación de la interacción.

¿La aplicación proporciona resultados confiables en tiempo real?

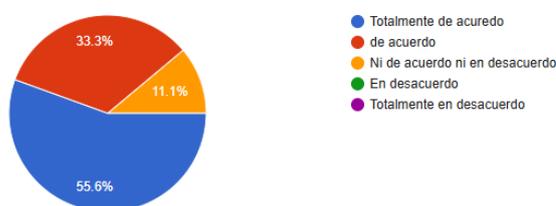


Figura 43: Pregunta 3 - Eficacia (cumplimiento de objetivos)

Interpretación: El 55,6% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿La aplicación proporciona resultados confiables en tiempo real?” mientras que el 33,3% respondió De acuerdo, y un 11,1% se mantuvo neutral es decir ni de acuerdo ni en desacuerdo. Esto refleja una valoración positiva en su mayoría respecto a los resultados que proporciona la aplicación en tiempo real. aunque la presencia de respuestas neutrales indica que podría ser útil seguir optimizando la precisión del sistema.

Eficacia (tiempo necesario para completar tareas)

En esta sección se realizó las preguntas sobre el Tiempo necesario para completar tareas. En la figura 45 se muestra el resultado de la primera pregunta de esta sección la cual mide si las tareas dentro de la aplicación son ejecutadas en un tiempo razonable.

¿El tiempo requerido para completar las tareas en la aplicación es aceptable?

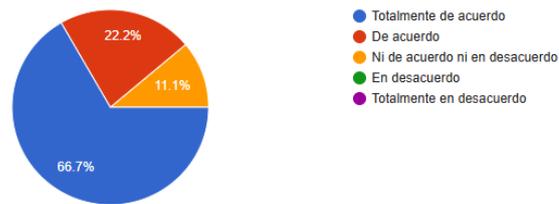


Figura 44: Pregunta 1 - Eficacia (tiempo necesario para completar tareas)

Interpretación: El 66,7% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿El tiempo requerido para completar las tareas en la aplicación es aceptable?” mientras que el 22,2% respondió De acuerdo y un 11,1% se mantuvo neutral es decir Ni de acuerdo ni en desacuerdo. Esto indica que la mayoría de los usuarios considera adecuado el tiempo de ejecución y respuesta de las tareas de la aplicación, aunque una pequeña parte se mantuvo neutral lo que sugiere que se podría seguir optimizando el rendimiento.

En la figura 46 se muestra el resultado de la segunda pregunta de esta sección la cual verifica si la herramienta está diseñada para minimizar tiempos innecesarios en el análisis.

¿La aplicación optimiza el tiempo necesario para realizar el análisis de sentimientos?

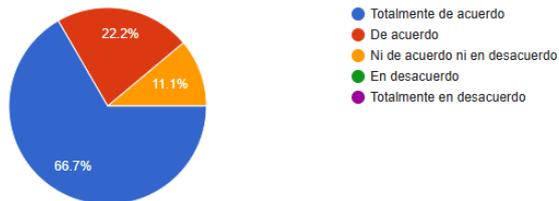


Figura 45: Pregunta 2 - Eficacia (tiempo necesario para completar tareas)

Interpretación: El 66,7% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿La aplicación optimiza el tiempo necesario para realizar el análisis de sentimientos?” mientras que el 22,2% respondió De acuerdo y un 11,1% estuvo neutral es decir Ni de acuerdo ni en desacuerdo. Esto indica que la mayoría de los usuarios considera que la aplicación agiliza el proceso de análisis de sentimientos lo es un punto favorable en términos de eficiencia.

Satisfacción (tasa de Respuesta)

En esta sección se realizó las preguntas sobre el Tasa de Respuesta de la aplicación. En la figura 47 se muestra el resultado de la primera pregunta de esta sección la cual mide la rapidez con la que la aplicación reacciona ante las emociones identificadas en los estudiantes.

¿La velocidad de respuesta de la aplicación es adecuada para un análisis efectivo?

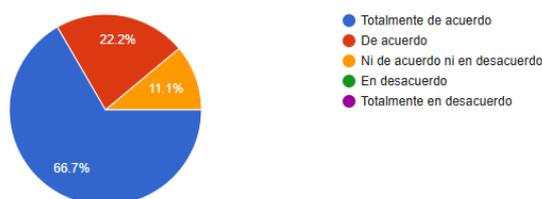


Figura 46: Pregunta 1 – Satisfacción (tasa de Respuesta)

Interpretación: El 66,7% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿La velocidad de respuesta de la aplicación es adecuada para un análisis efectivo?” mientras que el 22,2% respondió De acuerdo y un 11,1% se mantuvo neutral es decir Ni de acuerdo ni en desacuerdo. Estos resultados evidencian que la mayoría de los usuarios percibe que la aplicación responde con agilidad.

En la figura 48 se muestra el resultado de la segunda pregunta de esta sección la cual determina si el tiempo de reacción de la aplicación permite un análisis eficiente de las emociones estudiantiles.

¿La tasa de respuesta de la aplicación mejora la experiencia de uso para el análisis de sentimientos?

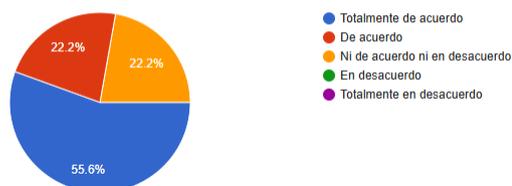


Figura 47: Pregunta 2 - Satisfacción (tasa de Respuesta)

Interpretación: El 55,6% estuvo Totalmente de acuerdo con la pregunta “¿La tasa de respuesta de la aplicación mejora la experiencia de uso para el análisis de sentimientos?” mientras que un 22,2% respondió De acuerdo y otro 22,2% se mantuvo neutral es decir Ni de acuerdo ni en desacuerdo. Estos resultados indican que más de la mitad de los usuarios considera que el tiempo de respuesta de la aplicación contribuye positivamente a su experiencia de uso. Aunque existen aspectos que mejorar en este aspecto.

4.2 Discusión

El presente estudio se centró en el desarrollo e implementación de una aplicación móvil basada en inteligencia artificial para el análisis de sentimientos en tiempo real, con el propósito de medir el nivel de interacción de los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en una clase. Los resultados obtenidos permitieron identificar con precisión las emociones predominantes en los estudiantes antes y después de las sesiones, destacando emociones positivas como la felicidad y la sorpresa, así como estados neutrales.

La interpretación de estos resultados revela que las emociones positivas están estrechamente vinculadas a un mayor nivel de participación e implicación, lo cual coincide con investigaciones previas [3] [4] que destacan la influencia directa de las emociones en la motivación, atención y retención del conocimiento. Por otro lado, la presencia temporal de emociones negativas, como la tristeza o el miedo, sugiere momentos de desconexión emocional que podrían estar asociados a factores como la dificultad del contenido o la dinámica de la clase. Sin embargo, la rápida recuperación hacia emociones positivas indica que la interacción puede ser restablecida mediante estrategias pedagógicas adecuadas.

En cuanto a la metodología, la elección de tecnologías como React Native para el desarrollo móvil y la arquitectura basada en microservicios resultó adecuada para cumplir con los objetivos técnicos y funcionales. La evaluación de usabilidad realizada mediante la norma ISO/IEC 25010 confirmó una alta aceptación del sistema, destacándose la claridad en la interfaz, la facilidad de uso y la confiabilidad de los resultados. No obstante, se identificaron algunas respuestas neutrales que reflejan la necesidad de optimizar ciertos aspectos, probablemente vinculados a la diversidad en el nivel de familiaridad tecnológica de los usuarios o a expectativas distintas respecto a la aplicación.

Entre las limitaciones del estudio se encuentran el tamaño reducido y específico de la muestra, que estuvo limitada a un número mínimo de docentes de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información, lo que restringe la generalización de los resultados. Asimismo, el análisis se centró exclusivamente en el reconocimiento facial y no incorporó otras modalidades emocionales, como el tono de voz o el lenguaje corporal, que podrían enriquecer la interpretación del estado emocional de los estudiantes.

Las implicaciones prácticas de esta investigación son significativas, ya que ofrecen a los docentes una herramienta innovadora que facilita la evaluación objetiva de la interacción estudiantil, apoyando la toma de decisiones pedagógicas en tiempo real. Esto puede contribuir a la mejora continua de las estrategias educativas y al fomento de un ambiente de aprendizaje más empático y adaptativo.

Como líneas futuras, se recomienda ampliar el estudio incorporando análisis multimodal, integrando voz y texto para obtener una visión más completa del estado emocional. Además, es pertinente extender la aplicación a otros contextos académicos y poblaciones, así como desarrollar funcionalidades personalizadas que permitan ajustar automáticamente las estrategias docentes según el perfil emocional detectado.

El desarrollo y aplicación de esta herramienta representa un avance significativo en la incorporación de inteligencia artificial al ámbito educativo presencial, demostrando que es posible medir de manera objetiva la interacción estudiantil a partir del análisis de sentimientos, lo que abre nuevas posibilidades para la educación adaptativa y centrada en el estudiante.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La investigación y el análisis de técnicas avanzadas de reconocimiento facial y análisis de sentimientos son fundamentales para el éxito de la aplicación. En este proyecto, se eligieron herramientas como OpenCV para el procesamiento de imágenes y DeepFace para el análisis de emociones. Estos algoritmos permitieron la identificación de expresiones faciales que corresponden a emociones específicas (como felicidad, tristeza, enojo, etc.) y pueden procesar imágenes con gran rapidez y eficiencia.
- La implementación de algoritmos de inteligencia artificial, especialmente DeepFace con sus modelos entrenados para el análisis de sentimientos, fue de mucha ayuda para el éxito del proyecto al permitir un análisis rápido y preciso de las imágenes en tiempo real. Esto, junto con el uso de una arquitectura basada en microservicios que separa el frontend desarrollado en React Native con Socket.IO y el backend en Flask, que utiliza OpenCV para la captura de fotogramas y DeepFace para el análisis emocional, permitió medir con exactitud y agilidad el nivel de interacción de los estudiantes. Los resultados se almacenan eficientemente en MongoDB, garantizando la integridad y disponibilidad de los datos, lo que confirma la viabilidad técnica y funcional de la aplicación para entornos educativos.
- La aplicación móvil desarrollada presenta una alta usabilidad y aceptación por parte de los docentes, cumpliendo con los criterios de la norma ISO/IEC 25010. En cuanto a la precisión del análisis de sentimientos, el 77,8 % de los usuarios manifestó estar totalmente de acuerdo con la exactitud del sistema, mientras que el mismo porcentaje indicó que la aplicación funciona correctamente, demostrando estabilidad. Respecto a la interacción, el 66,7 % coincidió en que se logra medir el nivel de participación estudiantil mediante la variación del sentimiento antes y después de la clase. En términos de eficiencia, el 66,7 % valoró positivamente la claridad de la interfaz y el 77,8 % destacó la facilidad de uso de sus funcionalidades. En cuanto a la eficacia, el 66,7 % consideró adecuado el tiempo para completar tareas y afirmó que la aplicación cumple sus objetivos. Finalmente, el 66,7 % expresó estar satisfecho con la velocidad de respuesta y la experiencia general de uso. Estos resultados demuestran la viabilidad de la aplicación como herramienta de apoyo en entornos educativos.
- El análisis de sentimientos en tiempo real permitió medir de forma objetiva el nivel de interacción estudiantil durante las clases. Las emociones positivas reflejaron una mayor participación, mientras que las negativas o neutras indicaron menor implicación. Esta medición proporcionó al docente una herramienta útil para adaptar sus estrategias y mejorar el entorno de aprendizaje.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda continuar incorporando y evaluando nuevas herramientas de inteligencia artificial y visión por computadora que permitan optimizar el análisis de sentimientos, con el fin de mejorar la precisión y adaptabilidad de la aplicación en diversos entornos académicos.
- Fortalecer la arquitectura del sistema para garantizar un procesamiento aún más eficiente de las imágenes en tiempo real, explorando mejoras en el rendimiento de los modelos y considerando la integración con hardware optimizado para tareas de visión artificial.
- Se recomienda implementar capacitaciones continuas para docentes sobre el uso de la aplicación móvil, complementadas con mecanismos de retroalimentación, para garantizar que la usabilidad y aceptación se mantengan elevadas y que el sistema continúe satisfaciendo las necesidades del entorno educativo.
- Se recomienda que los docentes utilicen los datos generados por el análisis de sentimientos como apoyo para ajustar sus metodologías didácticas en tiempo real, con el objetivo de fomentar ambientes de aprendizaje emocionalmente positivos que favorezcan una mayor participación estudiantil.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. Zawacki-Richter, V. I. Marín, M. Bond, and F. Gouverneur, “Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?,” *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 16, no. 1, p. 39, Dec. 2019, doi: 10.1186/s41239-019-0171-0.
- [2] J. M. Biedma-Ferrer, “Inteligencia emocional: influencia en la gestión de los recursos humanos en las organizaciones,” *Revista Geon (Gestión, Organizaciones y Negocios)*, vol. 8, no. 1, Feb. 2021, doi: 10.22579/23463910.272.
- [3] Gema Monserrate Palma-Delgado and Marcelo Fabián Barcia-Briones, “El estado emocional en el rendimiento académico de los estudiantes en Portoviejo, Ecuador,” *Dominio de las Ciencias*, vol. 6, pp. 72–100, 2020.
- [4] E. E. Moreano Núñez, L. F. Saltos Salazar, W. L. Gavilanes López, and J. R. Andrade Alban, “El estado emocional y el rendimiento académico una aproximación a la realidad actual,” *ConcienciaDigital*, vol. 6, no. 1.4, pp. 524–550, Mar. 2023, doi: 10.33262/concienciadigital.v6i1.4.2012.
- [5] A. Tarik, H. Aissa, and F. Yousef, “Artificial Intelligence and Machine Learning to Predict Student Performance during the COVID-19,” *Procedia Comput Sci*, vol. 184, pp. 835–840, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.03.104.
- [6] M. Bolaño-García and N. Duarte-Acosta, “Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación,” *Revista Colombiana de Cirugía*, Sep. 2023, doi: 10.30944/20117582.2365.
- [7] C. A. Arango Pastrana and C. F. Osorio Andrade, “Aislamiento social obligatorio: un análisis de sentimientos mediante machine learning,” *Suma de Negocios*, vol. 12, no. 26, pp. 1–13, Dec. 2021, doi: 10.14349/sumneg/2021.V12.N26.A1.
- [8] Md. S. Islam *et al.*, “Challenges and future in deep learning for sentiment analysis: a comprehensive review and a proposed novel hybrid approach,” *Artif Intell Rev*, vol. 57, no. 3, p. 62, Mar. 2024, doi: 10.1007/s10462-023-10651-9.
- [9] M. Bhanupriya, N. Kirubakaran, and P. Jegadeeshwari, “EmotionTracker: Real-time Facial Emotion Detection with OpenCV and DeepFace,” in *2023 International Conference on Data Science, Agents & Artificial Intelligence (ICDSA AI)*, 2023, pp. 1–4. doi: 10.1109/ICDSA AI59313.2023.10452452.
- [10] S. I. Serengil and A. Ozpinar, “LightFace: A Hybrid Deep Face Recognition Framework,” in *2020 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)*, IEEE, Oct. 2020, pp. 1–5. doi: 10.1109/ASYU50717.2020.9259802.
- [11] D. Villalón Pardo, “Crear y desarrollar una aplicación de alto rendimiento con bajo coste utilizando flutter y firebase,” Universitat Politècnica de València, 2021. Accessed: May 19, 2025. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/174515>
- [12] R. N. L. C. Lobato Tapia, “React Native: acortando las distancias entre desarrollo y diseño móvil multiplataforma,” *Revista Digital Universitaria*, vol. 20, no. 5, Aug. 2019, doi: 10.22201/codeic.16076079e.2019.v20n5.a5.
- [13] E. GÜLCÜOĞLU, A. B. USTUN, and N. SEYHAN, “Comparison of Flutter and React Native Platforms,” *Journal of Internet Applications and Management*, Dec. 2021, doi: 10.34231/iuyd.888243.

- [14] L. Laiho, “Expo ja laajennuksen tuottaminen mobiilisovellukseen,” Tampereen ammattikorkeakoulu, Tampereen, 2022. Accessed: May 19, 2025. [Online]. Available: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022052512080>
- [15] J. Cui, “A Comprehensive Study and Design of Microservices Architecture,” May 2024. doi: 10.13140/RG.2.2.32321.36961.
- [16] V. B. Ramu, “Performance Impact of Microservices Architecture,” *The Review of Contemporary Scientific and Academic Studies*, vol. 3, no. 6, Jun. 2023, doi: 10.55454/rcsas.3.06.2023.010.
- [17] C. A. Györödi, D. V. Dumșe-Burescu, D. R. Zmaranda, and R. Ș. Györödi, “A Comparative Study of MongoDB and Document-Based MySQL for Big Data Application Data Management,” *Big Data and Cognitive Computing*, vol. 6, no. 2, p. 49, May 2022, doi: 10.3390/bdcc6020049.
- [18] Datademia, “¿Qué es MongoDB?,” Jul. 28, 2022. [Online]. Available: <https://datademia.es/blog/que-es-mongodb>
- [19] C. R. Ibañez-Faichin, E. L. Medina-Garagate, V. G. Jiménez-Hualpa, C. R. Ibañez-Faichin, E. L. Medina-Garagate, and V. G. Jiménez-Hualpa, “El estado emocional y su impacto en el aprendizaje actitudinal de estudiantes del nivel primario,” *Revista InveCom*, vol. 5, no. 1, 2025, doi: 10.5281/zenodo.12676536.
- [20] R. Pekrun, “The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice,” *Educ Psychol Rev*, vol. 18, no. 4, pp. 315–341, Nov. 2006, doi: 10.1007/s10648-006-9029-9.
- [21] J. Estdale and E. Georgiadou, “Applying the ISO/IEC 25010 quality models to software product,” in *Systems, Software and Services Process Improvement: 25th European Conference, EuroSPI 2018, Bilbao, Spain, September 5-7, 2018, Proceedings 25*, Springer, 2018, pp. 492–503.
- [22] “ISO 25010.” [Online]. Available: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- [23] D. J. Anderson, *Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business*. Blue Hole Press, 2010. [Online]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=RJ0VUkfUWZkC>
- [24] M. O. Ahmad, J. Markkula, and M. Oivo, *Kanban in Software Development: A Systematic Literature Review*. 2013. doi: 10.1109/SEAA.2013.28.
- [25] J. R. Molina Ríos, J. A. Honores Tapia, N. Pedreira Souto, and H. Pardo, “Estado del arte: metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles,” *3C Tecnología*, vol. 10, no. 2, pp. 17–45, 2021.
- [26] E. J. Flores Masias, J. H. Livia Segovia, A. García Casique, and M. E. Dávila Díaz, “Análisis de sentimientos con inteligencia artificial para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje en el aula virtual,” *PUBLICACIONES*, vol. 53, no. 2, pp. 185–216, Jan. 2023, doi: 10.30827/publicaciones.v53i2.26825.

ANEXOS

Anexo 1: Historias de usuario

Historia de usuario	Criterio de aceptación
Como docente quiero una pantalla de carga en la aplicación que dure un máximo de 3 segundos.	La pantalla de carga de debe durar 3 segundos
Como docente, quiero iniciar sesión en la aplicación para acceder a mis datos personales y funcionalidades.	El usuario debe poder ingresar su correo electrónico y contraseña. Validación de credenciales incorrectas con un mensaje de error. Redirección a la pantalla del perfil principal tras una autenticación exitosa.
Que se muestre cada acción que pueda realizar el usuario.	Implementación de interfaces bien definidas.
Como docente, quiero registrar los datos de mis estudiantes, semestres, materias y clases o sesiones.	Crud para cada uno de los módulos. Validación de datos obligatorios antes de enviar. Guardar la información en la base de datos.
Que la información de los análisis se presente de forma clara y entendible.	Presentar en un dashboard los resultados generales y de cada alumno al final de cada clase o análisis.

Anexo 2: Requerimientos funcionales

ID	Funcionalidad	Prioridad	Descripción	Observación
RF01	Captura de Imágenes	Alta	La aplicación debe capturar imágenes en tiempo real utilizando la cámara frontal del dispositivo móvil.	
RF02	Detección Facial	Alta	La aplicación debe detectar rostros en las imágenes capturadas y centrarse en el análisis de expresiones faciales.	
RF03	Análisis de Sentimientos	Alta	La aplicación debe analizar las emociones (como felicidad, tristeza, enojo, etc.) basándose en expresiones faciales detectadas.	
RF04	Visualización de Resultados en Tiempo Real	Alta	Los resultados del análisis de sentimientos deben mostrarse en tiempo real en la interfaz del usuario.	
RF05	Almacenamiento de Datos	Alta	La aplicación debe registrar y guardar los datos analizados (como emociones detectadas y tiempo de	

			captura) en una base de datos MongoDB.
RF06	Autenticación de Usuario	Media	El sistema debe permitir que los docentes inicien sesión para acceder a los datos.
RF07	Historial de Análisis	Alta	La aplicación debe permitir consultar un historial de análisis, mostrando gráficos o listas de las emociones detectadas a lo largo del tiempo.
RF08	Generación de dashboard	Alta	La aplicación debe generar un dashboard sobre las emociones predominantes durante el análisis.
RF09	Soporte Multidispositivo	Alta	La aplicación debe ser funcional en sistemas operativos Android e iOS.

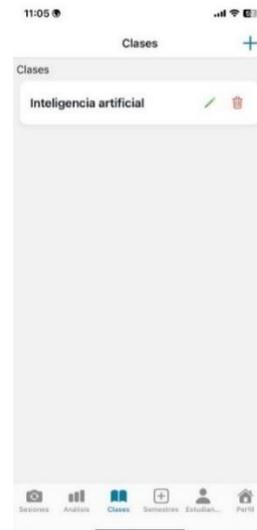
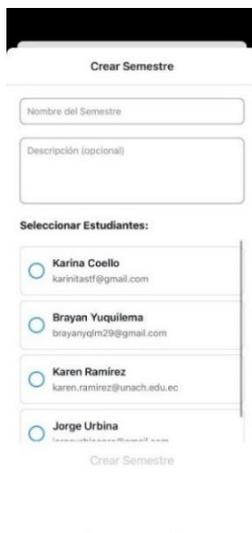
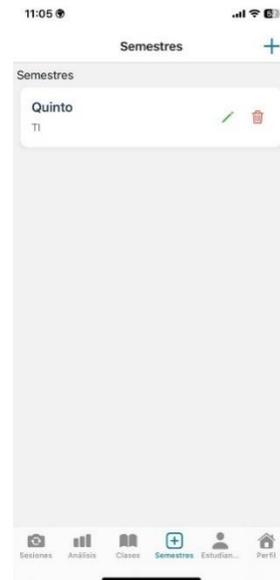
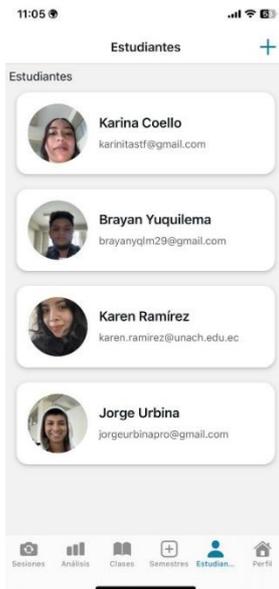
Anexo 3: Requerimientos no funcionales

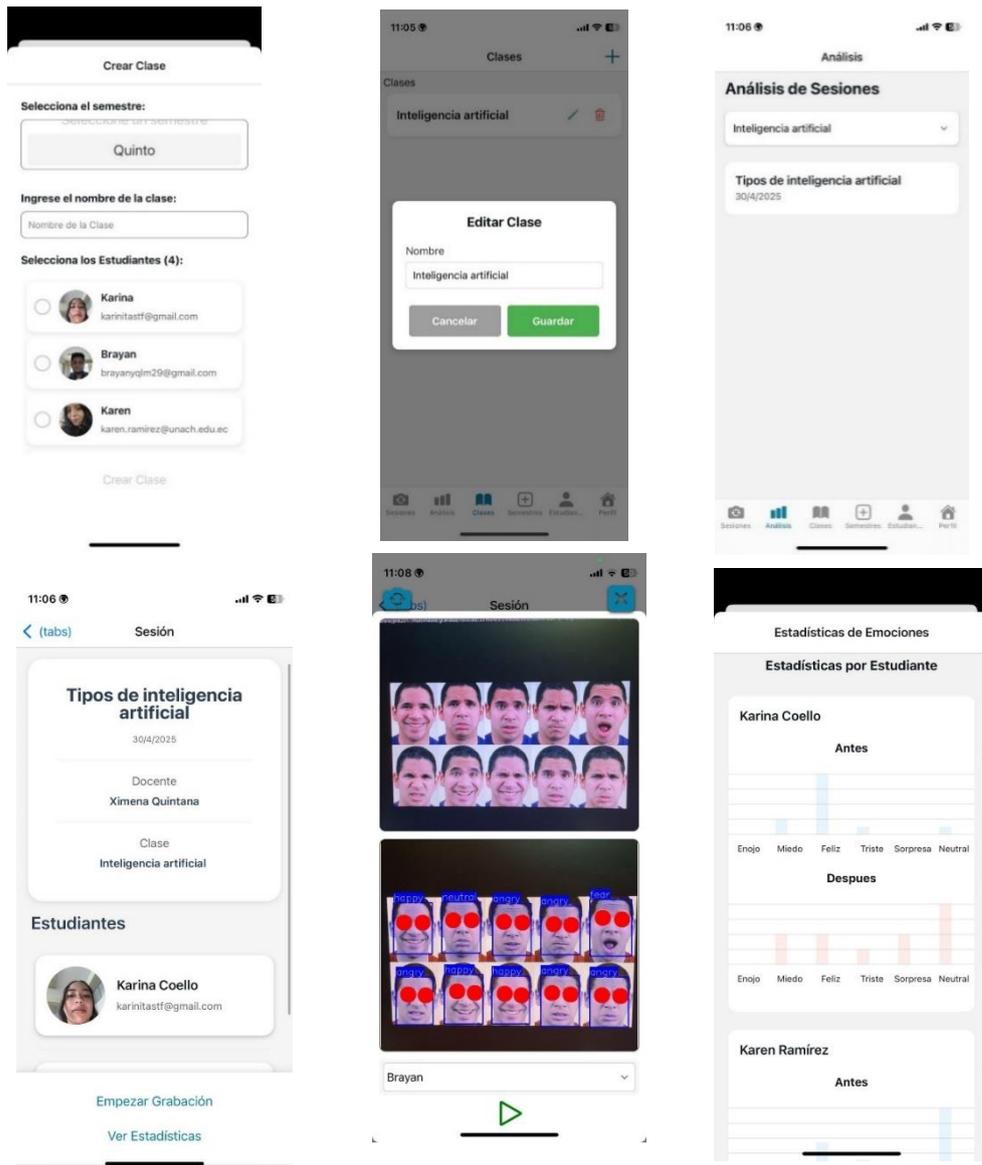
ID	Requerimiento	Descripción
RNF01	Usabilidad	La interfaz de usuario debe ser intuitiva y fácil de usar para los docentes, incluso sin conocimientos técnicos avanzados.
RNF02	Rendimiento	El análisis de emociones debe completarse en menos de 2 segundos por imagen para garantizar la experiencia en tiempo real La aplicación debe mantener una tasa de detección facial precisa en entornos con diferentes condiciones de iluminación.
RNF03	Escalabilidad	La base de datos debe ser capaz de almacenar grandes cantidades de datos generados por múltiples usuarios.
RNF04	Seguridad	Los datos de los estudiantes deben ser protegidos y cifrados tanto en tránsito como en reposo.
RNF05	Disponibilidad	Los servicios de backend deben ser robustos y manejar fallos sin interrupciones críticas.

Anexo 4: Requerimientos tecnológicos

ID	Requerimiento	Descripción
RT01	Plataforma de Desarrollo	<p>La aplicación debe ser desarrollada utilizando React Native para garantizar la compatibilidad multiplataforma (Android y en el futuro, iOS).</p> <p>Expo Go será utilizado como marco de desarrollo para facilitar la creación, depuración y despliegue rápido de la aplicación.</p>
RT02	Framework de inteligencia artificial	<p>DeepFace será utilizado para la identificación y análisis de emociones a partir de las expresiones faciales capturadas en tiempo real. Esta librería ofrece un conjunto de modelos pre entrenados, que pueden ser integrados directamente en la aplicación.</p>
RT03	Uso de la Cámara	<p>La cámara del dispositivo debe ser capaz de capturar imágenes de manera fluida para esto se usó una cámara de 12 MP para un análisis de alta precisión, incluso en condiciones de baja luminosidad, para que el reconocimiento facial sea eficaz.</p>
RT04	Base de datos	<p>MongoDB, una base de datos NoSQL, se utilizará para almacenar los resultados de los análisis de sentimientos, el historial de interacciones y los datos relacionados con las clases.</p>
RT05	Reconocimiento facial	<p>OpenCV se integrará en el backend para capturar fotogramas de la secuencia de video en tiempo real, procesarlos y analizarlos para la detección de emociones.</p>
RT06	Interfaz de usuario	<p>React Navigation se utilizarán para la construcción de la UI y la navegación dentro de la aplicación.</p>
RT07	Arquitectura microservicios	<p>La aplicación utilizará una arquitectura basada en microservicios que separa las responsabilidades del frontend y el backend para asegurar una escalabilidad y flexibilidad óptimas.</p> <p>El frontend estará desarrollado en React Native y Expo Go, mientras que el backend será gestionado con Flask en un ambiente virtual.</p>
RT08	Comunicación tiempo real	<p>WebSockets a través de Socket.IO será la tecnología clave para permitir la comunicación bidireccional en tiempo real entre el frontend y el backend.</p> <p>El frontend enviará los datos de video (fotogramas) al backend en tiempo real, y el backend responderá con los resultados del análisis de emociones que se visualizarán en el dispositivo móvil.</p>

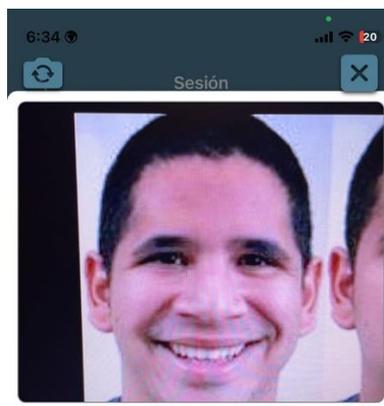
Anexo 5: Interfaces Gráficas de la Aplicación





Anexo 6: Proceso del Backend y Frontend para el analisis de sentimientos

- **Captura de Fotogramas (Frontend - React Native):** La aplicación móvil accede a la cámara del dispositivo y captura un fotograma por segundo.



- **Almacenamiento de Datos (MongoDB):** Los resultados del análisis (emoción, hora, fotograma, estudiante) se almacenan en la base de datos MongoDB para su posterior revisión.

```
DEBUG: emotions_data sample: [{'timestamp': datetime.datetime(2025, 5, 17, 11, 32, 32, 294000), 'emotion': 'happy', 'confidence': 99.97749924659729, 'student_id': '682865e00bbdce16034ebf08'}, {'timestamp': datetime.datetime(2025, 5, 17, 11, 32, 35, 650000), 'emotion': 'happy', 'confidence': 99.10221695899963, 'student_id': '682865e00bbdce16034ebf08'}]
DEBUG: student_id=682865e00bbdce16034ebf08 before={'angry': 4, 'disgust': 0, 'fear': 1, 'happy': 9, 'sad': 4, 'surprise': 2, 'neutral': 2} after={'angry': 1, 'disgust': 0, 'fear': 0, 'happy': 17, 'sad': 2, 'surprise': 0, 'neutral': 2}
DEBUG: student_id=6828661d0bbdce16034ebf09 before={'angry': 0, 'disgust': 0, 'fear': 0, 'happy': 5, 'sad': 0, 'surprise': 0, 'neutral': 1} after={'angry': 0, 'disgust': 0, 'fear': 0, 'happy': 3, 'sad': 0, 'surprise': 1, 'neutral': 2}
DEBUG: final_stats: [{'student_id': '682865e00bbdce16034ebf08', 'before': {'angry': 4, 'disgust': 0, 'fear': 1, 'happy': 9, 'sad': 4, 'surprise': 2, 'neutral': 2}, 'after': {'angry': 1, 'disgust': 0, 'fear': 0, 'happy': 17, 'sad': 2, 'surprise': 0, 'neutral': 2}, 'total_frames': 44}, {'student_id': '6828661d0bbdce16034ebf09', 'before': {'angry': 0, 'disgust': 0, 'fear': 0, 'happy': 5, 'sad': 0, 'surprise': 0, 'neutral': 1}, 'after': {'angry': 0, 'disgust': 0, 'fear': 0, 'happy': 3, 'sad': 0, 'surprise': 1, 'neutral': 2}, 'total_frames': 12}]
```

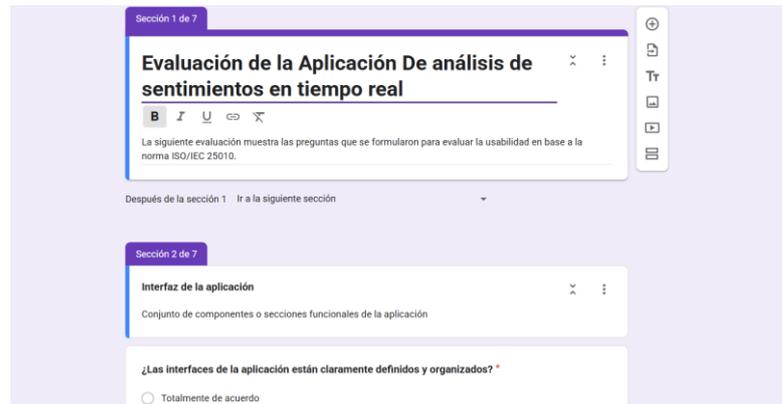
- **Visualización de Resultados (Dashboard):** Los datos almacenados son representados en un dashboard, permitiendo observar la evolución emocional de los estudiantes antes y después de la clase.

```
LOG AFTER {"angry": 1, "disgust": 0, "fear": 0, "happy": 17, "neutral": 2, "sad": 2, "student": "Alex Lopez", "surprise": 0}
LOG BEFORE {"angry": 4, "disgust": 0, "fear": 1, "happy": 9, "neutral": 2, "sad": 4, "student": "Alex Lopez", "surprise": 2}
LOG AFTER {"angry": 0, "disgust": 0, "fear": 0, "happy": 3, "neutral": 2, "sad": 0, "student": "Marta Badillo", "surprise": 1}
LOG BEFORE {"angry": 0, "disgust": 0, "fear": 0, "happy": 5, "neutral": 1, "sad": 0, "student": "Marta Badillo", "surprise": 0}
```

Anexo 7: Métricas a evaluar en la usabilidad según la norma ISO/IEC 25010

Métricas	Descripción	Importancia
Eficiencia	<p>Interfaz: Conjunto de componentes o secciones funcionales de la aplicación</p> <p>Funcionalidades específicas : Acciones clave que la aplicación debe realizar, como el análisis de sentimientos en tiempo real y la detección de emociones.</p>	<p>Media. Garantiza que todas las partes de la aplicación trabajen de manera coordinada y sin errores, asegurando el cumplimiento de los objetivos principales del proyecto.</p> <p>Alta. Evalúa si las características principales de la aplicación funcionan correctamente y cumplen con las necesidades de los usuarios.</p>
Eficacia	<p>Capacidad de la aplicación para realizar tareas con el mínimo de recursos y tiempo. Incluye:</p> <p>-Tiempo necesario para completar tareas: Tiempo requerido por los docentes para usar la aplicación y generar reportes.</p> <p>Cumplimiento de objetivos: Grado en que la aplicación cumple sus objetivos, como la precisión en la detección de emociones y la generación de resultados útiles.</p>	<p>Alta. Mide qué tan rápido los usuarios pueden lograr sus objetivos, lo cual es clave para la aceptación de la herramienta.</p> <p>Alta. Determina si la solución tecnológica es capaz de resolver el problema identificado y generar datos confiables para la medición de interacción estudiantil.</p>
Satisfacción	<p>Tasa de respuesta: Tiempo que tarda la aplicación en detectar y registrar emociones de los estudiantes.</p>	<p>Alta. Asegura que la aplicación funcione en tiempo real, una característica esencial para el análisis dinámico en el aula.</p>

Anexo 8: Encuesta para evaluar la usabilidad



Sección 1 de 7

Evaluación de la Aplicación De análisis de sentimientos en tiempo real

La siguiente evaluación muestra las preguntas que se formularon para evaluar la usabilidad en base a la norma ISO/IEC 25010.

Después de la sección 1 Ir a la siguiente sección

Sección 2 de 7

Interfaz de la aplicación

Conjunto de componentes o secciones funcionales de la aplicación

¿Las interfaces de la aplicación están claramente definidos y organizados? *

Totalmente de acuerdo

Enlace de la encuesta aplicada: <https://forms.gle/3iT1rrZE89H4MEaVA>

Anexo 9: Pruebas de la aplicación en un entorno de clases presenciales



Anexo 10: Manual de usuario



MANUAL DE USUARIO

APLICACIÓN MÓVIL

**APLICACIÓN MÓVIL DE ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS
EN TIEMPO REAL CON IA PARA MEDIR LA
INTERACCIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN**

Elaborado por:

Kevin Guaylla

Versión:

1.0

Enlaces para descargar:

Enlace 1:

[MANUAL DE USUARIO APLICACION MOVIL DE ANALISIS DE SENTIMIEN
TOS.pdf](#)

(Si el enlace 1 falla use el 2)

Enlace 2:

[https://drive.google.com/file/d/1h6mBTjqchKWw6oE154KXjAIda3IUx0yF/view?usp=shar
ing](https://drive.google.com/file/d/1h6mBTjqchKWw6oE154KXjAIda3IUx0yF/view?usp=sharing)