

**EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE UN MODELO DE RECONOCIMIENTO
AUTOMÁTICO DE EMOCIONES EN CONTEXTOS ACADÉMICOS SIMULADOS EN LA
EDUCACIÓN SUPERIOR**

Alvarez Alvarez Plinio Julian
Portilla Castillo Alan David

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD CESMAG
2025**

**EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE UN MODELO DE RECONOCIMIENTO
AUTOMÁTICO DE EMOCIONES EN CONTEXTOS ACADÉMICOS SIMULADOS EN LA
EDUCACIÓN SUPERIOR**

Autores:

Alvarez Alvarez Plinio Julian
Portilla Castillo Alan David

Informe final de trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de Sistemas, en modalidad investigación.

Asesora

Mg. Dalila Mercedes Pachajoa Pachajoa

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD CESMAG
2025**

Nota de aceptación

“Va la aceptación definida desde la universidad”.

Nota de exclusión

DEDICATORIA

A Dios. Por sembrar en mí sentimientos de paz e iluminarme cada día con conocimiento y pensamientos los cuales me permiten estar en este momento escribiendo estas líneas.

Dedico este trabajo con profundo agradecimiento a mi familia, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida. A mi padre, por su ejemplo de esfuerzo y perseverancia; a mi madre, por su amor incondicional, su paciencia y sus consejos llenos de sabiduría; a mi hermano, por su apoyo y confianza en mí en cada etapa de este proceso; y a mi hermana, quien representa una gran motivación en mi vida, a quien deseo ayudar en el futuro para que también pueda cumplir todos sus sueños y metas.

De manera muy especial, agradezco a mi novia, por su comprensión, apoyo y cariño inquebrantable; por estar presente en los momentos de cansancio y celebrar conmigo cada logro. Su compañía ha sido un faro de motivación y esperanza durante todo este proceso.

Extiendo también mi gratitud a mis compañeros de estudio, quienes con su amistad, colaboración y espíritu de equipo hicieron de este recorrido una experiencia enriquecedora y llena de aprendizajes.

A todos ellos, mi más sincero reconocimiento y amor, porque sin su apoyo este sueño no habría sido posible.

Plinio Julián Álvarez Álvarez

DEDICATORIA

Este trabajo de grado es el fin de una etapa muy importante, y la verdad, es mucho más que un simple requisito académico. Para mí, este logro es la prueba que el amor, el sacrificio y el apoyo incondicional son la base de todo. Por eso, este título no es solo un logro personal.

Mi corazón y mi gratitud más profunda están con mi padre, mi guía y mi inspiración. Recuerdo con amor sus palabras y la firme convicción con la que me aconsejó iniciar este camino universitario. Aunque ya no está físicamente conmigo, su recuerdo y ese primer empuje se convirtieron en la mayor motivación para terminar esta carrera en su honor. Este logro es, en gran parte, una promesa cumplida a él.

Y a ti, madre querida, no tengo palabras suficientes. Eres mi pilar, la persona que con su fe inquebrantable, su amor infinito y su apoyo en cada paso me dio las fuerzas para seguir adelante. Tu esfuerzo y sacrificio, tanto emocional como económico, me permitieron dedicarme por completo a mis estudios. Gracias a tu amor y al apoyo constante de mi hermano, hoy estoy a las puertas de este gran sueño profesional. Su presencia y aliento han sido el motor que me ha mantenido firme hasta el final. A ustedes tres, mi eterna gratitud.

Finalmente, quiero dar las gracias a mis amigos y compañeros de estudio. Hicieron que el camino fuera más ligero y alegre. Gracias por la camaradería, por las incontables horas de estudio compartido que transformaron la presión en crecimiento, por las discusiones constructivas y, sobre todo, por los momentos de alivio y risas que hicieron de esta experiencia universitaria algo verdaderamente inolvidable. Estos lazos son un tesoro que me llevo conmigo.

Con todo mi aprecio,

Alan David Portilla Castillo

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su más sincero agradecimiento a todas las personas e institución que contribuyeron de manera significativa al desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

A la Universidad Centro de Estudios Superiores María Goretti (CESMAG), por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales en Ingeniería de Sistemas, por su acompañamiento constante y por fomentar en nosotros el compromiso, la responsabilidad y la pasión por la investigación y la innovación tecnológica.

A nuestra asesora, la Magíster Dalila Mercedes Pachajoa Pachajoa, por su invaluable orientación, compromiso y dedicación a lo largo de todo el proceso investigativo. Su experiencia, conocimientos y acompañamiento permanente fueron fundamentales para la correcta estructuración, análisis y desarrollo de este proyecto. Su disposición para resolver dudas, brindar consejos y guiarnos con paciencia y claridad representa un pilar esencial en la culminación exitosa de este trabajo.

A los docentes, directivos y compañeros de la Universidad Centro de Estudios Superiores María Goretti, quienes siempre mostraron disposición para colaborar y aportar desde su experiencia y conocimiento. Cada palabra, sugerencia y gesto de apoyo fue una contribución significativa que enriqueció nuestro proceso académico y personal.

A todos, nuestro más profundo agradecimiento por ser parte de esta etapa tan importante de nuestras vidas y por contribuir al logro de esta meta profesional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
A. Objeto o tema de estudio.....	16
B. Línea de investigación	16
C. Sub línea de investigación.....	16
D. Planteamiento del problema.....	17
E. Formulación del problema	18
F. Objetivos	18
G. Justificación	19
H. Delimitación.....	20
II. MARCO TEÓRICO	21
A. Antecedentes	21
B. Supuestos teóricos.....	27
C. Variables del estudio	36
D. Formulación de hipótesis	38
III. METODOLOGÍA	39
E. Paradigma.....	39
A. Enfoque	39
B. Método	39
C. Tipo De Investigación	40
D. Diseño De La Investigación	40
E. Población.....	40
F. Muestra.....	41
G. Técnicas de recolección de información	43
H. Instrumento de recolección de datos	44
IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	45
A. Preprocesar y caracterizar el dataset FER-2013 con el propósito de optimizar la clasificación de emociones.....	45
B. Desarrollar un modelo de red neuronal convolucional (CNN) orientado al reconocimiento facial de cinco emociones: enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo	47
C. Comparar la eficiencia de los modelos mediante métricas de desempeño como matriz de confusión, accuracy y F1-score.....	52

D. Implementar el modelo más eficiente como soporte técnico preliminar para la construcción de un sistema de reconocimiento facial de emociones aplicable al contexto universitario	54
V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	60
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS.....	70

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Funciones de activación	30
Fig. 2. Función de activación Sofmax.....	31
Fig. 3. Función de activación Relu.....	31
Fig. 4. CRISP-DM.....	35
Fig. 5. Carpetas con emociones Dataset Fer-2013	45
Fig. 6. Carpetas con emociones seleccionadas Dataset Fer-2013	46
Fig. 7 Imágenes de la emoción de enojo en escala de grises	47
Fig. 8 Historia de entrenamiento	52
Fig. 9 Matriz de confusión emotion model.h5	53
Fig. 10 Interfaz del sistema de detección de emociones	55
Fig. 11 Registro de resultados de sesiones generadas en PDF	56
Fig. 12 Emociones detectadas por día.....	58
Fig. 13 Frecuencia de aparición de cada emoción	59

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA I. Relación entre error, nivel de confianza y el valor de z	41
TABLA II. Precisión (d) asociada a diferentes niveles de confianza	41
TABLA III. Biblioteca y dependencias usadas	48
TABLA IV. Variables usadas	48
TABLA V. Parámetros usados en data argumentation	49
TABLA VI. Estructura del modelo CNN.....	51
TABLA VII. Comparativa de modelos	54
TABLA VIII. Registro de aplicación del modelo	57

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A Solicitud de colaboración docente y asignación de espacio para registro investigativo	70
Anexo B Consentimiento Informado para el uso de imágenes en el proyecto de investigación ..	71
Anexo C Autorización inicial por parte del Programa de Ingeniería de Sistemas para llevar a cabo la investigación	73
Anexo D Resultados de la aplicación del modelo y firmas del consentimiento informado.....	74

RESUMEN

La presente investigación, titulada “*Evaluación experimental de un modelo de reconocimiento automático de emociones en contextos académicos simulados en la educación superior*”, aborda la necesidad de incorporar el componente emocional dentro de los sistemas de acompañamiento estudiantil de la Universidad CESMAG, con el fin de fortalecer la comprensión de la permanencia académica. El estudio parte del reconocimiento de la deserción universitaria como una problemática multidimensional influenciada por factores académicos, socioeconómicos y emocionales.

El marco teórico se fundamenta en conceptos de inteligencia artificial, redes neuronales convolucionales (CNN) y visión artificial, apoyado en antecedentes internacionales y nacionales sobre el uso del reconocimiento facial y la detección automática de emociones. La metodología se enmarca en el paradigma positivista, con enfoque cuantitativo, alcance explicativo y diseño cuasiexperimental. Se empleó el dataset público FER-2013, con imágenes de rostros clasificadas en cinco emociones básicas: enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo.

Se desarrolló y entrenó un modelo CNN bajo la metodología CRISP-DM, evaluando su desempeño mediante métricas como *accuracy*, *F1-score* y matriz de confusión. Los resultados evidenciaron una precisión general del 72.39%, destacando la identificación acertada de emociones negativas como la tristeza y el enojo, aunque con menor desempeño en emociones positivas como la felicidad.

En conclusión, el modelo demostró ser técnicamente viable y eficiente para el reconocimiento automático de emociones en entornos académicos simulados, aportando un primer paso hacia la integración de herramientas de inteligencia artificial en estrategias institucionales de acompañamiento emocional. Este enfoque constituye un aporte innovador para la comprensión del bienestar estudiantil y la prevención de la deserción universitaria.

Palabras clave: aprendizaje automático, deserción estudiantil, inteligencia artificial, reconocimiento facial de emociones.

ABSTRACT

The research project entitled “*Experimental Evaluation of an Automatic Emotion Recognition Model in Simulated Academic Contexts in Higher Education*” addresses the need to integrate emotional analysis into the student monitoring systems of Universidad CESMAG, aiming to strengthen the understanding of academic retention. The study recognizes university dropout as a multidimensional issue influenced by academic, socioeconomic, and emotional factors.

The theoretical framework is based on concepts of Artificial Intelligence, Convolutional Neural Networks (CNN), and Computer Vision, supported by national and international studies on facial recognition and emotion detection. The methodology follows a positivist paradigm with a quantitative, explanatory, and quasi-experimental design. The FER-2013 dataset, containing facial images categorized into five basic emotions—anger, disgust, happiness, sadness, and fear—was used for training and evaluation.

A CNN model was developed and trained using the CRISP-DM methodology, and its performance was evaluated through metrics such as *accuracy*, *F1-score*, and the confusion matrix. Results showed an overall accuracy of 72.39% with higher precision in recognizing negative emotions such as sadness and anger, and lower performance in positive emotions like happiness.

In conclusion, the model proved to be technically feasible and effective for automatic emotion recognition in simulated academic environments, representing an innovative contribution toward integrating Artificial Intelligence tools in emotional monitoring strategies for student retention. This approach contributes to the understanding of student well-being and provides valuable insights for preventing university dropout.

Keywords: artificial intelligence, automatic learning, emotion recognition, student dropout.

INTRODUCCIÓN

En la Universidad CESMAG se ha identificado una problemática creciente relacionada con la deserción estudiantil. Esta situación afecta tanto a los estudiantes como a la institución, puesto que limita el desarrollo académico, social y económico de la comunidad universitaria. Factores como las dificultades socioeconómicas, la distancia geográfica y el estado emocional de los estudiantes influyen de manera significativa en su rendimiento y permanencia académica. Teniendo en cuenta lo anterior, se han implementado diferentes estrategias de seguimiento, entre ellas un método de semaforización para monitorear aspectos individuales, académicos y socioeconómicos. Sin embargo, aún resulta indispensable enfatizar en un enfoque que relacione el estado emocional de los estudiantes, dado que este puede ser identificado a partir de la expresión de las emociones que se manifiestan en la asistencia a clases.

Con motivo de esta problemática, el presente documento plantea como objetivo principal el desarrollo y evaluación de un modelo de reconocimiento automático de emociones en un entorno controlado, diseñado para identificar estados como enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo en estudiantes. Para ello, se empleará el dataset FER-2013 y técnicas de aprendizaje automático, con el fin de validar la precisión y eficacia del modelo como herramienta independiente para el análisis del estado emocional.

En cuanto a las preguntas de investigación, estas se centran en indagar: ¿qué tan preciso es el modelo para reconocer emociones básicas en estudiantes en un entorno controlado?, ¿de qué manera los estados emocionales identificados pueden relacionarse con el rendimiento académico?, y ¿qué potencial tiene el sistema para ser integrado en estrategias de acompañamiento estudiantil?

La justificación de esta investigación radica en que el reconocimiento automático de emociones ofrece un enfoque innovador para analizar el estado emocional de los estudiantes en contextos universitarios. En efecto, la validación de este modelo permitirá establecer su capacidad para identificar patrones emocionales y explorar su posible relación con variables académicas. Así, los hallazgos podrían proporcionar evidencia relevante sobre la conexión entre emociones y desempeño educativo, contribuyendo al estudio del bienestar estudiantil y, simultáneamente,

ofreciendo insumos valiosos para la discusión académica en torno a estrategias de apoyo emocional en educación superior.

El desarrollo se sustenta en un enfoque cuantitativo y se enmarca en el paradigma positivista. A través de un diseño experimental en entorno controlado, se analizará la correlación entre las variables emocionales identificadas por el modelo (enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo), con el propósito de evaluar la precisión y robustez del sistema. Por consiguiente, los resultados permitirán validar la efectividad técnica del modelo y sentarán las bases para futuros estudios orientados a la integración de esta herramienta en escenarios educativos.

En síntesis, este documento tiene como propósito presentar el planteamiento del problema, justificar la relevancia de abordarlo mediante un modelo de reconocimiento automático de emociones y exponer los objetivos y preguntas que guiarán la investigación, con miras a enriquecer la comprensión del bienestar emocional en la educación universitaria.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A. *Objeto o tema de estudio*

En la universidad CESMAG, se ha notado un incremento en la deserción estudiantil durante los últimos años, se identifica que actualmente una de las medidas que se toma contra la deserción académica es el acompañamiento estudiantil desde el cual se registran los datos en un sistema denominado Adviser, que es una herramienta de apoyo para los docentes acompañantes, que les permite hacer un seguimiento general donde se puede ver el nivel de deserción que se maneja de la misma forma la institución puede identificar las necesidades, problemáticas y situaciones de riesgo que viven sus estudiantes para alinear e implementar estrategias de impacto que disminuyan significativamente la deserción, por medio de la funcionalidad de semaforización se toma en cuenta componentes relacionados con aspectos: individuales, institucionales, académicos y socioeconómicos, para reforzar las medidas relacionadas con esta investigación se evaluará la viabilidad de utilizar un modelo de identificación de emociones como nueva métrica para caracterizar estados emocionales de estudiantes en contextos académicos. Los resultados obtenidos no solo se podrían considerar como apoyo y refuerzo en el seguimiento estudiantil sino, también en futuros estudios, como material adicional para el análisis del bienestar estudiantil.

B. *Línea de investigación*

Esta investigación se encuentra dentro de la línea de investigación denominada **Inteligencia Artificial** que se define como la simulación de inteligencia humana por parte de las máquinas. Dicho de otro modo, es la disciplina que trata de crear sistemas capaces de aprender y razonar como un ser humano, aprendan de la experiencia, averigüen cómo resolver problemas ante unas condiciones dadas, contrasten información y lleven a cabo tareas lógicas [1].

C. *Sub línea de investigación*

La presente investigación se encuentra dentro de la sublinea de investigación denominada **visión artificial**, la cual realiza procesos y métodos para adquirir, procesar, analizar, y comprender imágenes dentro del mundo real con el fin de producir información que pueda ser tratada y procesada por computadoras para dar solución a diferentes problemáticas del día a día [1].

D. Planteamiento del problema

En la universidad CESMAG, la deserción estudiantil ha sido una problemática recurrente durante los últimos años, afectando tanto a los estudiantes como a la institución [2]. Esta situación puede originarse por factores económicos, geográficos, psicológicos y sociales [3]. En respuesta la universidad ha implementado herramientas como el sistema Adviser y la plataforma ZEUS, que permiten identificar estudiantes en riesgo y activar rutas de acción que permitan intervenir oportunamente.

Estas herramientas institucionales recopilan principalmente datos cuantitativos sobre desempeño académico, asistencia y procesos administrativos relacionados con el acompañamiento estudiantil. Sin embargo, persiste una limitación importante: la captación sistemática de información sobre el estado emocional de los estudiantes, múltiples estudios reconocen [4] este factor como determinante en el rendimiento académico y la permanencia universitaria. Esta carencia de métricas emocionales objetivas dificulta una comprensión integral de los factores que inciden en el bienestar estudiantil y, en consecuencia, los procesos de deserción académica

A pesar de contar con dichas herramientas, resolver el problema de la deserción [5] sigue siendo una tarea compleja en la universidad CESMAG. Esto evidencia la necesidad de fortalecer los mecanismos actuales mediante nuevos enfoques. Uno de los aspectos menos abordados es el impacto del estado emocional de los estudiantes en su desempeño académico [6]. Estudios previos han demostrado que emociones negativas como la tristeza o el enojo pueden influir significativamente en el aprendizaje y la asistencia a clases [7], factores directamente relacionados con la deserción.

La ausencia de un buen estado emocional puede convertirse en un problema grave, generando consecuencias como bajo rendimiento académico, reprobación de asignaturas, retraso en la trayectoria educativa, desmotivación, frustración, abandono de la carrera y el incumplimiento de los objetivos universitarios [8], si esta situación no se atiende con la debida importancia, la universidad puede experimentar pérdidas significativas en su cuerpo estudiantil [9].

En este contexto resulta fundamental abordar la deserción en la modalidad presencial que constituye la motivación principal de la presente investigación. La magnitud del desafío se evidencia en los antecedentes teórico-prácticos [10], que un alto compromiso por parte de las universidades por mantener niveles estables de retención estudiantil. Sin embargo, en los últimos años los esfuerzos para contrarrestar la deserción académica se han vuelto más complejos debido a diversos factores entre ellos la sincronización de las fechas de inscripción entre instituciones públicas y privadas, la ampliación de cupos en las universidades públicas que genera una brecha considerable entre la oferta y demanda y las dificultades económicas que siguen siendo un aspecto determinante para la permanencia estudiantil [11].

E. Formulación del problema

¿De qué manera un modelo de reconocimiento automático de emociones, basado en el dataset FER-2013, puede identificar con precisión y validez emociones relevantes en estudiantes universitarios, y cómo esta identificación contribuye a comprender su relación con la permanencia académica?

F. Objetivos

1) Objetivo general

Evaluar la precisión y eficacia de modelos de reconocimiento automático en la clasificación de emociones básicas dentro de un entorno académico simulado, con el fin de determinar su viabilidad como herramienta de apoyo en la comprensión del estado emocional estudiantil.

2) Objetivos específicos

- Preprocesar y caracterizar el dataset FER-2013 con el propósito de optimizar la clasificación de emociones.
- Desarrollar un modelo de red neuronal convolucional (CNN) orientado al reconocimiento facial de cinco emociones: enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo.
- Comparar la eficiencia de los modelos mediante métricas de desempeño como matriz de confusión, accuracy y F1-score.
- Implementar el modelo más eficiente como soporte técnico preliminar para la construcción de un sistema de reconocimiento facial de emociones aplicable al contexto universitario.

G. Justificación

La deserción estudiantil en la educación superior constituye una problemática crítica en el departamento de Nariño. Dos estudios recientes evidencian esta situación: el primero, realizado entre 2012 y 2016, reportó una tasa de deserción del 28 %, mientras que el segundo, entre 2016 y 2018, registró un incremento del 7,7 %. Estos datos reflejan una tendencia preocupante que impacta directamente en la estabilidad académica e institucional. La disminución sostenida en el número de estudiantes matriculados no solo afecta la continuidad de los programas, sino que también puede desencadenar problemas sociales, económicos y culturales de mayor alcance.

La presente investigación se orienta a responder la necesidad de explorar nuevas perspectivas para comprender factores poco abordados en la permanencia académica, en particular el estado emocional de los estudiantes. La selección del tema obedece a que diversos estudios han demostrado que las emociones influyen significativamente en el aprendizaje, la motivación y la asistencia a clases, aspectos estrechamente relacionados con la deserción. Sin embargo, la ausencia de métricas objetivas que permitan evaluar de manera sistemática dichas emociones limita el desarrollo de estrategias integrales de acompañamiento estudiantil.

El proyecto propone el diseño y validación de un modelo de reconocimiento automático de emociones, basado en técnicas de aprendizaje automático y utilizando el dataset FER-2013. Este modelo se enfoca en la identificación de cinco emociones básicas (enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo) en un entorno simulado. El interés de la investigación radica en evaluar la precisión y robustez del modelo, sin pretender aún su implementación en aulas reales ni su integración con sistemas institucionales como Adviser o ZEUS. De este modo, el alcance se centra en el análisis técnico y metodológico, generando evidencia sobre la viabilidad del uso de estas tecnologías en contextos educativos.

El aporte principal de esta investigación a la ciencia consiste en establecer un marco de evaluación estandarizado para modelos de reconocimiento de emociones aplicados a la educación superior. Este enfoque permite validar experimentalmente la capacidad de dichas tecnologías para identificar patrones emocionales de manera confiable. Los resultados constituyen una base para futuras

investigaciones que busquen correlacionar el estado emocional con el rendimiento académico y diseñar estrategias innovadoras de acompañamiento estudiantil.

En síntesis, la investigación se justifica porque aborda una problemática vigente y de gran impacto en el ámbito universitario, introduce un enfoque tecnológico innovador para el análisis de emociones y aporta un sustento metodológico que enriquece el conocimiento científico sobre la relación entre emociones y educación.

H. Delimitación

Esta investigación se desarrolló en las Instalaciones de la universidad CESMAG, específicamente en la sede centro de la ciudad de Pasto, El estudio estará enfocado en los estudiantes de la Institución, con énfasis en aquellos pertenecientes al programa de Ingeniería de Sistemas.

El periodo de duración de la investigación será de ocho meses abarcando primer y segundo periodo académico del año 2025 este periodo permitió avanzar secuencialmente en cada fase y dando cumplimiento a los objetivos planteados.

La población objetivo corresponde a los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas. La muestra estará compuesta por 192 estudiantes seleccionados durante el periodo señalado para la recolección de datos se utilizó un modelo de identificación de emociones basado en las expresiones faciales durante los espacios académicos.

El proyecto se desarrolló dentro en el contexto institucional de la universidad CESMAG, contando con el respaldo y colaboración del personal académico, así como el acceso a información proporcionada por la Oficina de Acompañamiento Integral

Es importante precisar que el estudio se delimitó a la evaluación experimental de un modelo de reconocimiento de emociones básicas, utilizando técnicas de aprendizaje automático y el conjunto de datos FER-2013. No se contempla la implementación directa en entornos reales ni su integración con los sistemas institucionales de seguimiento estudiantil existentes

II. MARCO TEÓRICO

A. Antecedentes

Los antecedentes que se proporcionan a continuación fueron utiles como contextualización a la presente investigación con un amplio un marco de conocimientos previos dentro de los cuales se encuentran referentes internacionales, nacionales y regionales respectivamente, permitiendo entender qué se ha investigado sobre el tema principal y cuáles son los avances y limitaciones existentes.

1) Internacionales

Un estudio realizado en la universidad Nacional Alcides Carrión de Perú Cristian Brayan Muños Villanueva en el año 2021 realizó el trabajo de grado denominado “Algoritmos de reconocimiento facial mediante aprendizaje automático para la identificación de personas en una institución educativa de Pasco” este trabajo es muy importante ya que aportará de manera significativa al presente proyecto de investigación el cual se encuentra enmarcado dentro de la misma línea y campo de investigación, este trabajo es importante debido a que aporta con información como son los algoritmos implementados y cuales lograron mayor precisión para la identificación de rostros de manera más acertada y confiable[12].

Por otra parte, se encontró también el artículo científico denominado “Big Data, una estrategia para evitar la deserción escolar en las IES” publicado en la revista Iberoamericana de educación superior en el año 2020 por el Ph. Arturo Amaya Amaya- Mg. Franklin Huerta Castro y el Mg Carlos O. Flores Rodriguez, este trabajo es de gran importancia debido a que logra identificar los posibles factores y causas más importantes que conllevan a la deserción universitaria, así como también los efectos negativos que esto conlleva, esto sienta un precedente para partir de una base sólida para tomar decisiones basadas en datos concretos e intervenir de manera oportuna logrando disminuir los casos de deserción[13].

Es muy importante también mencionar el trabajo realizado por Avilés Valencia, Jorge Humberto; Centeno Alomoto, Mayra Gabriela; Encarnación Umatambo, María Lucila y Trujillo Quinto, Wilfrido Amilcar quienes en el año 2022 les fue aprobado este artículo de investigación

denominado “Construcción de una app nativa Android para la detección facial de emociones usando técnicas de inteligencia artificial” Este artículo es muy importante debido a que muestra las 7 emociones universales con las que se puede trabajar así como también los modelos que fueron utilizados y logran un gran nivel de precisión en la identificación de emociones, además dentro de este artículo aporta una serie de datos que son de gran importancia para la presente investigación como lo es el dataset más adecuado con una cantidad de imágenes idóneo donde se expresan las distintas emociones lo cual permite un buen entrenamiento de la red neuronal[14].

Realizando una búsqueda minuciosa de literatura que apoyara esta idea de proyecto se encontró también con un artículo realizado en Perú el cual se denomina “Sistema de identificación de emociones a través de reconocimiento facial utilizando inteligencia artificial” este artículo fue publicado en el año 2022 cuenta con un conocimientos muy importantes los cuales son muy valiosos, aquí se da a conocer la importancia de las emociones en el aprendizaje del ser humano, también aquí se menciona aspectos importantes como lo es el dataset, las herramientas y elementos que pueden ser de gran utilidad para el desarrollo del proyecto[15].

Por último se encontró un estudio realizado en La universidad de La salle en Perú en el año 2023 el cual lleva como título “Sistema de reconocimiento facial para el control de accesos mediante Inteligencia Artificial” en donde sus autores proporcionan un marco técnico muy importante sobre el uso de algoritmos y técnicas de inteligencia artificial aplicadas al reconocimiento facial, como lo son el lenguaje de programación Python y las librerías siguientes como Numpy, Os, OpenCV e Imutils para su desarrollo, todos estos aspectos darán luz a la presente investigación y permitirán partir desde un conocimiento previo que es uno de los aspectos más importantes al iniciar un proyecto investigativo[16].

2) Nacionales

Realizando una búsqueda exhaustiva de literatura Nacional que aporte a la presente investigación se encontró un trabajo realizado por María Lorena Flórez Rojas Angélica María Camelo Pimienta en la universidad de los Andes en el año 2022 dicha investigación lleva por título “Tecnologías de reconocimiento facial en Colombia: análisis comparativo en relación con la protección de datos” en este trabajo brinda información muy importante sobre donde puede ser aplicada la visión

artificial, aquí también se muestra definiciones para ayudar a comprender lo que es en si la tecnología de reconocimiento facial y cómo a través de algoritmos puede ayudar a analizar y asociarlo con la identidad de una persona, basándose en algunos detalles utilizados como lo son la distancia entre los ojos o la forma de la barbilla entre otros, este trabajo aporta de manera significativa también en los diferentes usos que se le puede dar a la TRF, tales como prevención del crimen, desbloqueo de dispositivos, diagnosticar enfermedades entre otros más[17].

También se obtuvo como referente un trabajo de grado realizado para la obtención del título de especialista por parte de Cristian Camilo Andeotti Callejas y Laura Viviana Suárez Bejarano, este trabajo se realizó en la universidad Distrital Francisco José De Caldas el cual lleva por título “Sistema de reconocimiento facial en cajeros automáticos como parámetro de seguridad adicional para transacciones en Colombia”, fue realizado en el año 2021 es un referente muy importante para la presente investigación debido a que en ella se abordan temas muy importantes uno de ellos es la sugerencia de que la tecnología es viable en el entorno educativo para procesos de identificación y seguimiento, lo que fortalece la validez del uso del reconocimiento de emociones en estudiantes, así como también en este trabajo se puede evidenciar que el tema de reconocimiento facial se está tratando de solucionar una problemática con una estrategia innovadora, además resalta la importancia del uso de estas nuevas tecnologías en la transformación digital que permite ganar ventajas competitivas[18].

Es importante también mencionar el trabajo de grado realizado para la obtención del título de especialista por parte de Luisa Fernanda Beltrán Roa, Aida Luz Acevedo Caballero, Ronald Cabrejo Bernal y José Fernando Varón Quintero quienes presentaron el trabajo denominado “creación de un sistema de alertas tempranas (SAT) para prevenir la deserción estudiantil en la facultad de ciencias sociales y empresariales de la UPC” dicho trabajo se realizó en el año 2023 este trabajo aporta de gran forma debido a que en él se menciona la importancia de las alertas tempranas en las instituciones de educación superior por medio de información permanente y actualizada que las universidades manejan de cada individuo que de una u otra forma manifiesta detalles que muy posiblemente terminen con la deserción del estudiante disminuyendo sus posibilidades de ser profesional, aquí se habla de algo muy interesante que es la caracterización del estudiante en los diferentes aspectos como son lo psicosocial, académico y económico, es también de gran

importancia ya que destaca la relevancia de intervenir a tiempo cuando se detectan indicios de abandono, lo que refuerza el valor del enfocarse en un sistema que de señales preventivas para abordar el tema de deserción con diferentes medidas y no hacerlo cuando ya no tenga solución.[19]

Se debe hablar de otro estudio muy importante llamado “Sistema de reconocimiento facial para asistentes a estadios de futbol” publicado por universidad Simón Bolívar, Barranquilla-Colombia, A. Tejeda , J. Ferrans, R. Navarro, C. Ripoll durante el año 2020, estudio en el cual se habla del peligro que afrontan las personas al asistir a los estadios de colombia identificando que en la gran mayoría de asistentes son jóvenes entre los 18 a 24 años, destacando el peligro en el actuar por parte de las ‘barras’ por lo cual la investigación pretende crear un modelo de reconocimiento facial el cual ayude a identificar delincuentes, personas con antecedentes o personas vetadas de estadios, donde el sistema compara imágenes con fotos de personajes anteriormente mencionados buscando coincidencias, esto ayuda enormemente a la investigación propuesta ya que aporta información relevante sobre reconocimiento facial y el procesamiento de imágenes[20].

Por último la investigación llamada “Estrategias didácticas con el uso de Inteligencia Artificial para detectar emociones de los estudiantes durante el aprendizaje en entornos virtuales” publicada por universidad de la Costa con los investigadores Cecilia Esther Márquez De La Hoz y Margarita Sandoval Acosta, investigación publicada en el año 2024, el estudio busca identificar las emociones de los estudiantes durante clases virtuales con la ayuda de inteligencia artificial, llevando a cabo las pruebas en dos instituciones con una muestra de 123 y 150 estudiantes de los grados 10 y 11, donde el principal problema de estas instituciones radica en la falta de herramientas eficientes para abordar estos problemas, dando como resultado que la implementación de nuevas estrategias para la identificación de las emociones de los alumnos virtuales permite mejorar la enseñanza en los espacios virtuales siendo más efectiva y adaptada a las necesidades virtuales[21].

3) Regionales

Un estudio anteriormente realizado denominado “Relación entre ansiedad y estrés académico en los estudiantes de noveno y décimo semestre del Programa de Psicología de la universidad CESMAG de San Juan de Pasto” en la universidad CESMAG durante el año 2024 por Antonio Gabriel Cuatin Vallejo, habla sobre la ansiedad y el estrés académico, fenómenos comunes que

presentan los estudiantes universitarios, lo cual lógicamente tiene un impacto negativo en la salud mental del estudiante y afecta su rendimiento académico, este estudio se realiza en los mismos estudiantes de Psicología tomando como muestra a 122 estudiantes de noveno y décimo semestre, los resultados que muestran en esta investigación afirma que efectivamente los estudiantes presentan en algún grado niveles de ansiedad y/o estrés, esto da un apoyo importante a la investigación debido que demuestra la existencia de que el problema a abordar efectivamente existe [22].

Se encontró otro estudio denominado “Condiciones sociales, familiares y económicas de Estudiantes Madres Cabeza de Familia de UNIMINUTO Pasto y su papel frente a la deserción universitaria” publicado en la universidad UNIMINUTO de Pasto por Diana Milena Rodriguez Pabón , Johana Nayibe Solarte Cerón, Fernando Andrés Mosquera Navia durante el año 2020, en este estudio se habla sobre la deserción de estudiantes en la población de madres cabeza de familia, con una población total de 312 madres tomaron como muestra 114 madres realizando encuestas de 32 preguntas para cada una de ellas mediante el cual lograron identificar rasgos de dificultad como la falta de dinero pero a su vez tienen una gran motivación por sí mismas las cuales se enfocan en construir un futuro para ellas y su familia, además encontraron que la deserción dentro de esta población se destaca por dos factores principales, económicos y sociales lo que contribuye a el modelo que se pretende crear debido a la misma investigación realizada aportando datos necesarios para alimentar el modelo[23].

Por otra parte se encontró otro estudio denominado “Relación entre Ansiedad (Estado – Rasgo) y Habilidades Sociales en Estudiantes de Psicología de Quinto, Sexto y Séptimo Semestre de la universidad CESMAG de la Ciudad de Pasto.” realizada por Cristian Andrés Cuastumal Crucerira y Diana Gabriela Ordóñez Guasmayán durante el primer periodo del año 2023, en este estudio realizado que busca determinar las relación de las habilidades sociales con la ansiedad en los estudiantes, el estudio se realizó con estudiantes de la universidad que cursaron quinto, sexto y séptimo semestre en el primer periodo de 2023, la muestra del estudio fueron 160 estudiantes utilizando los instrumentos como (IDARE) y (EHS), con lo cuales obtuvieron los resultados de saber que las habilidades sociales y la ansiedad tienen una relación inversamente proporcional, donde los estudiantes que mayores habilidades sociales tienen son lo que menos factores de estrés

presentan, esto ayuda a la investigación presente mostrando las conductas y acciones que ayuden a identificar los gestos faciales que presentan los estudiantes con mayor índices de estrés, los cuales fueron usados en la creación del nuevo modelo [24].

Otra investigación relacionada con la deserción es “Determinantes probabilísticos del riesgo de deserción en las universidades de Nariño y del Valle (Colombia) a partir de los registros establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (2007-2017)” publicada por la universidad de Nariño y sus autores son Marco Antonio Burgos Flórez, Katherin Julieth Ruales Suárez, Yhony Estivel Bastidas García, Carlos Manuel Córdoba Segovia durante el año 2020, en este estudio que busca identificar los factores de riesgo que llevan a los estudiantes a desertar de sus carreras, utilizando un modelo probit para analizar cómo diversas variables afectan la probabilidad de abandono, dando como resultados que los mayores desertores son hombres y reiteran la variable de problemas económicos marcando igualmente una gran dificultad de los estudiantes al momento de estudiar en un espacio económico y social vulnerable, este estudio ayuda en gran medida a el modelo a crear debido que aporta en la identificación de factores para estudiantes que tengan dificultades con aspectos económicos y sociales[25].

Por último se identificó un estudio denominado “Sistema de reconocimiento facial y de emociones aplicado a la educación básica y media de una institución educativa en Colombia con herramientas de la 4RI” publicado por la universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Pasto, Colombia, Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Costa Rica e Institución Educativa Instituto Teresiano de Túquerres, Túquerres, Colombia, sus autores son Sixto Enrique Campaña Bastidas, Abel Méndez Porras, Amanda Milena Santacruz Madroñero, Andrés Alejandro Díaz Torro y Álvaro José Cervelión Bastidas durante el año 2023, el estudio busca crear un sistema de reconocimiento facial con tecnología de la industria 4.0 enfocada en el ámbito educativo, donde buscan emplear modelos de reconocimiento facial que les permita capturar imágenes y enviarlas en tiempo real, todo con el fin de mejorar la calidad de la educación y personalizar la experiencia de los estudiantes, esta investigación ayuda en gran medida al modelo creado debido a que se puede emplear los modelos que ellos utilizaron para su sistema en la detección de imágenes y emplearlos en el sistema a desarrollar [26].

B. Supuestos teóricos

Este apartado se pretende dar claridad sobre algunos conceptos clave que se tendrán en cuenta a lo largo de la investigación, estos conceptos se abordan bajo las premisas de autores cuyo conocimiento les permite dar un concepto mucho más acertado.

1) Permanencia estudiantil

Se refiere al tiempo usado por el estudiante para cursar todos los espacios académicos en determinada institución y así obtener su título deseado, durante este periodo es muy importante tener en cuenta factores adicionales como la obtención de promedios, las relaciones sociales, la formación que tuvieron los estudiantes previa al ingreso a una institución de educación superior, la situación socioeconómica, la capacidad para adaptarse a un nuevo entorno y la tolerancia al fracaso, todos estos factores se recomiendan ser tenidos en cuenta por las instituciones para generar cierto tipo de estrategias que aporten a la disminución del número de estudiantes que abandonan sus estudios[27],[28],[29].

2) Emociones

Etimológicamente, el término emoción viene del latín emotio, que significa "movimiento o impulso", "aquel que te mueve hacia". la emoción tiene la capacidad de alejar o acercar a una persona, son impulsos para realizar algo o comportarse de una manera determinada[30].

Otra definición muy importante sobre emoción y que es oportuno mencionar es la siguiente cuando dice que se trata de una respuesta morfofisiológica a un estímulo que sucede en un entorno externo, esto sucede gracias a un proceso interno del individuo en los circuitos internos más profundos del cerebro, más exactamente en el sistema límbico el cual es el encargado de gestionar las emociones para adaptarse a las circunstancias, este sistema se encuentra siempre activo mientras el individuo está despierto, las emociones están directamente interrelacionadas con las respuestas fisiológicas tales como la frecuencia cardiaca o la conductancia de la piel, así como también con las conductas que se pueden percibir a simple vista y por último otro aspecto que está directamente relacionado con las emociones son los sentimientos conscientes[31], [32].

3) Modelo de emociones básicas

El modelo de emociones básicas de Paul Ekman plantea que existen un conjunto reducido de emociones universales alegría, tristeza, enojo, miedo y disgusto que forman parte de la naturaleza biológica del ser humano. Estas emociones son reconocibles en todas las culturas porque tienen una expresión facial innata y no dependen del aprendizaje social.

Ekman demostró, a través de estudios transculturales (como su investigación en Papúa Nueva Guinea con la tribu Fore en 1971), que incluso personas sin contacto con la cultura occidental podían identificar y expresar estas emociones de la misma manera. Esto respalda la idea de que las emociones básicas son universales, biológicas y adaptativas, pues ayudan a la comunicación y supervivencia [33].

4) *Sentimientos*

Al igual que las emociones están directamente vinculadas con el cerebro son los encargados de determinar la reacción a diferentes circunstancias, los sentimientos son pequeños impulsos que reflejan lo que la persona experimenta como un hecho positivo o negativo, es decir los sentimientos son emociones pequeñas que determinan el estado de ánimo de la persona. A diferencia de las emociones, que son reacciones inmediatas e involuntarias, los sentimientos son más duraderos y se construyen sobre la base consciente de la persona donde reflexiona sobre esas emociones, influyendo en su estado de ánimo y comportamiento[34], [35].

5) *Inteligencia artificial*

Es una rama de las ciencias de la computación en ella se incluyen conceptos relacionados con la lógica y el aprendizaje. se trata del diseño y elaboración de herramientas informáticas que simulen los procesos que suceden en el cerebro humano, tales como la inteligencia que se manifiesta o incluye el aprendizaje, razonamiento y autocorrección, mediante distintos algoritmos estas máquinas son capaces de aprender y tomar decisiones, la inteligencia artificial es una realidad que influirá positivamente como una herramienta de ayuda en diferentes espacios, cada día es más común encontrar diferentes dispositivos que incluyan la IA, como por ejemplo en el automóvil, en el teléfono, entre otros, también será una herramienta de gran apoyo en el sector de la salud[36].

a) *Visión artificial*

son las herramientas y métodos que permiten traer las imágenes, realizar el proceso de dichas imágenes y el análisis de las mismas, estas imágenes son extraídas del mundo físico con la finalidad de que puedan ser gestionadas por un procesador y poder automatizar una serie de tareas al brindar información acertada a las máquinas para la toma de decisiones de la manera más adecuada en cada una de las tareas asignadas, Al integrar inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático, las máquinas pueden interpretar estas imágenes de manera autónoma, extrayendo la información necesaria para tomar decisiones precisas[37].

b) *Técnicas deep learning*

El deep learning o aprendizaje profundo es un método que pretende hacer la simulación de las funcionalidades del cerebro humano tienen la capacidad de aprender por entrenamiento, es una herramienta de apoyo para diferentes ramas de la ciencia[38]. El deep learning es una subcategoría del machine learning o aprendizaje automático, con la capacidad de detectar características que diferencian a una imagen de otra usando varias capas de redes neuronales artificiales. A lo anteriormente mencionado es pertinente mencionar que se han lanzado librerías destinadas al desarrollo de sistemas de visión artificial utilizando técnicas de deep learning. entre ellas cabe destacar la librería de código abierto TensorFlow que fue liberada en 2016 por google[39].

c) *Transfer learning*

Este concepto Aprendizaje por transferencia se basa en la reutilización de los elementos de los modelos de aprendizaje automático que se entrenaron previamente para ser usados con fines casi iguales o similares[40], es una de las técnicas más importantes de deep learning su principal importancia radica que no necesita entrenar una red neuronal desde cero ya que se basa en redes previamente entrenadas reduciendo considerablemente el tiempo y recursos necesarios para el entrenamiento, reutilizando modelos de código abierto construido por otros autores[41].

d) *Redes neuronales convolucionales*

Las CNN (Convolutional Neural Networks) es un tipo de Red Neuronal Artificial que procesa sus capas imitando al córtex visual del cerebro humano quien se encarga de integrar, procesar la información visual procedente de las retinas, buscando identificar detalladamente las características de las imágenes que ingresan. Para ello, la CNN posee varias capas ocultas las cuales

se ubican de forma jerárquica, las primeras se encargan de captar los detalles más básicos y las demás se van especializando de esta manera para avanzar a las capas más profundas donde se encargan y son capaces de reconocer detalles más complejos como un rostro humano o una silueta[42].

e) Funciones de activación

Las funciones de activación definen la salida de la neurona en términos de campo local inducido. Se considera determinante que la gran mayoría de los modelos es monótona creciente y continua. La forma $y = f(x)$ de las funciones de activación más empleadas en los Artificial Neural Systems (ANS) se muestran en la siguiente Fig. 1 donde x representa el potencial postsináptico (una neurona postsináptica suma, o integra, todas las señales inhibitorias y excitatorias que recibe y "decide" si disparar o no un potencial de acción) y el estado de activación[42].

	Función	Rango	Gráfica
Identidad	$y = x$	$[-\infty, +\infty]$	
Escalón	$y = sign(x)$ $y = H(x)$	$\{-1,+1\}$ $\{0,+1\}$	
Lineal a tramos	$y = \begin{cases} -1, & \text{si } x < -l \\ x, & \text{si } -l \leq x \leq l \\ +1, & \text{si } x > l \end{cases}$	$[-1,+1]$	
Sigmoidea	$y = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ $y = tgh(x)$	$[0,+1]$ $[-1,+1]$	
Gaussiana	$y = A e^{-Bx^2}$	$[0,+1]$	
Sinusoidal	$y = A \sin(\omega x + \varphi)$	$[-1,+1]$	

Fig. 1. Funciones de activación

Nota: Fuente [42].

f) Softmax

La función softmax (función exponencial normalizada) es una generalización de la función sigmoidea y popularizada por las redes neuronales convolucionales. Se utiliza como función de activación de salida para la clasificación multiclase porque escala las entradas precedentes de un

rango entre 0 y 1 y normaliza la capa de salida, de modo que la suma de todas las neuronas de salida sea igual a la unidad[42].



Fig. 2. Función de activación Sofmax

Nota: Fuente [42].

g) ReLu

La unidad lineal rectificada, del inglés Rectified Linear Unit (ReLu) es la función de activación más utilizada en los modelos de aprendizaje profundo. La función devuelve 0 si recibe una entrada negativa, pero para cualquier valor positivo devuelve ese valor[42].

gráficamente se ve así:

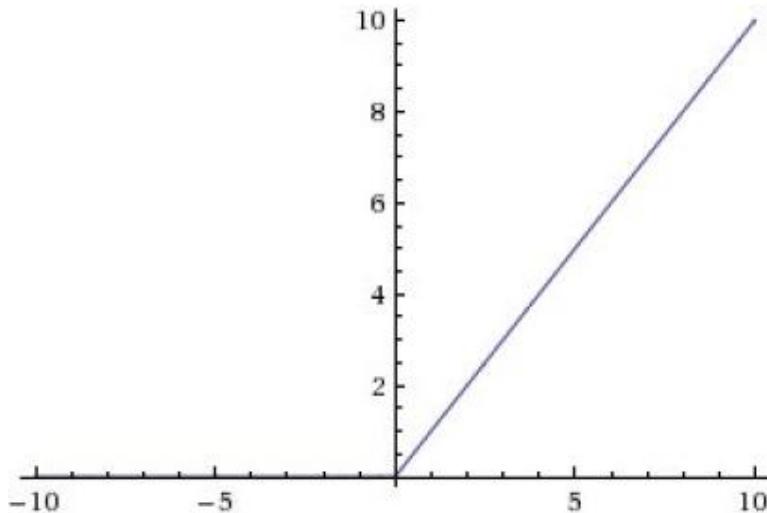


Fig. 3. Función de activación Relu

Nota: Fuente [42].

h) Data argumentation

Es una técnica frecuentemente usada para solucionar problemas de sobreajuste, esta consiste en aumentar la robustez de los datos de entrenamiento por medio de transformaciones sobre los datos

iniciales sin la necesidad de adicionar datos manualmente, estos datos nuevos generados mediante la transformación se basan siempre en los datos iniciales[43].

i) Detección de emociones asistidas por computador

En estos tiempos mejorar la comunicación entre ser humano y máquina es el objetivo más importante de la computación. Para tal fin diferentes investigaciones crean nuevas formas de interactuar, se pretende brindar a las computadoras la capacidad de interpretar el estado emocional del individuo, siendo las expresiones faciales una de las formas más efectivas para evidenciar el estado emocional de la persona[44].

j) Modelo de clasificación de rostros

El modelo de clasificación de rostros se refiere a un sistema que utiliza diferentes técnicas de reconocimiento de patrones y modelos activos por ejemplo: El Active Shape Model(ASM), empleado para la identificación y clasificación de características faciales, modelos que se construyen a partir de la ubicación de puntos clave en las imágenes de rostros lo que permite un mejor aprendizaje inteligente por medio de redes neuronales, el principal objetivo es reconocer e identificar rostros se pueden identificar características adicionales como las emociones lo que es más relevante en aplicaciones de interacción social[45].

k) Consideraciones

En el desarrollo de modelos de reconocimiento de emociones mediante redes neuronales artificiales, es esencial considerar una serie de etapas previas para asegurar un análisis eficiente y efectivo, estas se describen a continuación.

l) Sobreajuste

A pesar de su adecuado funcionamiento y las diversas aplicaciones de las redes neuronales artificiales, aún no es posible construir de forma analítica una frontera óptima de separación de clases. La frontera debería ser capaz de dividir las clases sin memorizar los datos particulares de un experimento y sin ser tan simple que presente un error de clasificación alto, estos problemas se denominan sobreajuste y subajuste, respectivamente[46].

m) Preprocesamiento de datos

La etapa de preprocesamiento o preparación de los datos comprende aquellas técnicas que corresponden al análisis de los datos primarios con el fin de mejorar su calidad, incluyendo fundamentalmente: su recolección, integración, limpieza, transformación, reducción y discretización. En síntesis, esta etapa es la previa a la transformación de los datos, es decir un puente entre los niveles de los datos crudos y el conocimiento[47].

n) Normalización de las imágenes

Para lograr resultados consistentes en el análisis, los datos deben homogeneizar, sometiéndose a una transformación según criterios que varían en función de la finalidad del proceso. Se lleva a cabo entre otras razones para impedir que atributos de rangos amplios influyan más que otros de rango reducido en ciertos algoritmos de minería de datos. Este paso consiste en reducir los valores de un atributo a un determinado rango unificado, por ejemplo, [0 ... 1],[-1 ... 1] empleando estimadores estadísticos[47].

o) Reducción de los datos

Muchas veces es preferible reducir datos a un conjunto más pequeño, pero igualmente significativo. En este paso lo que se hace es simplificar los datos sin alterar los resultados que se obtendrían con el conjunto de los valores iniciales. De esta forma, al reducir dimensiones, se representa el conocimiento de forma más sencilla es lo que se pretende realizar en este caso el dataset Fer-2013 posee 7 categorías de emociones de las cuales solo se usarán 5 que fueron seleccionadas porque son las emociones es más probable que sean manifestadas por parte de los estudiantes[47].

p) Definición del conjunto de características

Para definir este conjunto de características se basó en la documentación del dataset FER-2013 que es con el que se va a trabajar para ello investigó algunas de las características más importantes para esta definición:

Características estructurales: Bordes y contornos que forman patrones de expresión en áreas como los ojos y la boca, los cuales cambian con cada emoción.

Distribución de píxeles: Los datos consisten en imágenes de rostros en escala de grises de 48 x 48 píxeles en las imágenes en escala de grises refleja sombras y formas faciales, cruciales para distinguir emociones.

Posición y orientación constantes: La alineación de los rostros se ha hecho de forma automática para que el rostro esté más o menos centrado facilitando la ubicación de los puntos clave de la cara, lo que permite al modelo reconocer patrones similares en todas las imágenes[48].

q) Definir el conjunto objetivo

Para la presente investigación el conjunto objetivo fueron las etiquetas que representan las cinco emociones que se tendrán en cuenta las cuales son (enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo)

r) Tipos de modelos

Agrupamiento (clustering): Es una técnica de aprendizaje no supervisado usada para agrupar los vectores de características de tal forma que exista una cercanía o similitud entre los que componen un grupo, y los grupos pueden ser muy diferentes entre ellos, además una de las características principales de esta técnica es la inexistencia de etiquetas en los datos ya que usa o determina patrones que ya vienen en los datos.

Clasificación: Asigna una clase predefinida y etiquetada a los nuevos vectores de características que se desean clasificar.

Regresión: El modelo utiliza las relaciones entre las variables para estimar un valor a predecir para un nuevo vector de entrada, donde existe una variable dependiente y una serie de variables que se utilizan para realizar una buena predicción o pronóstico.

Árboles de decisión: Se trata de una estructura similar a un diagrama de flujo que utiliza un método de bifurcación para mostrar cada resultado posible en una decisión. Los nodos del árbol representan una pregunta a una variable específica y las ramas son las posibles respuestas[47].

6) Metodología CRISP-DM

La metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) es una metodología estándar para el desarrollo de proyectos de minería de datos. Esta metodología se

divide en seis etapas principales, cada una de las cuales se enfoca en un aspecto específico del proceso de minería de datos y son las siguientes:

- Comprensión del problema
- Compresión de los datos
- Preparación de los datos
- Modelado
- Evaluación
- Despliegue

Cada paso es interdependiente y contribuye al éxito global del proyecto, asegurando que las decisiones basadas en datos sean fundamentadas, efectivas y sostenibles. Sin una atención cuidadosa a cada etapa, el riesgo de errores aumenta, lo que puede comprometer la validez de los resultados finales[49].

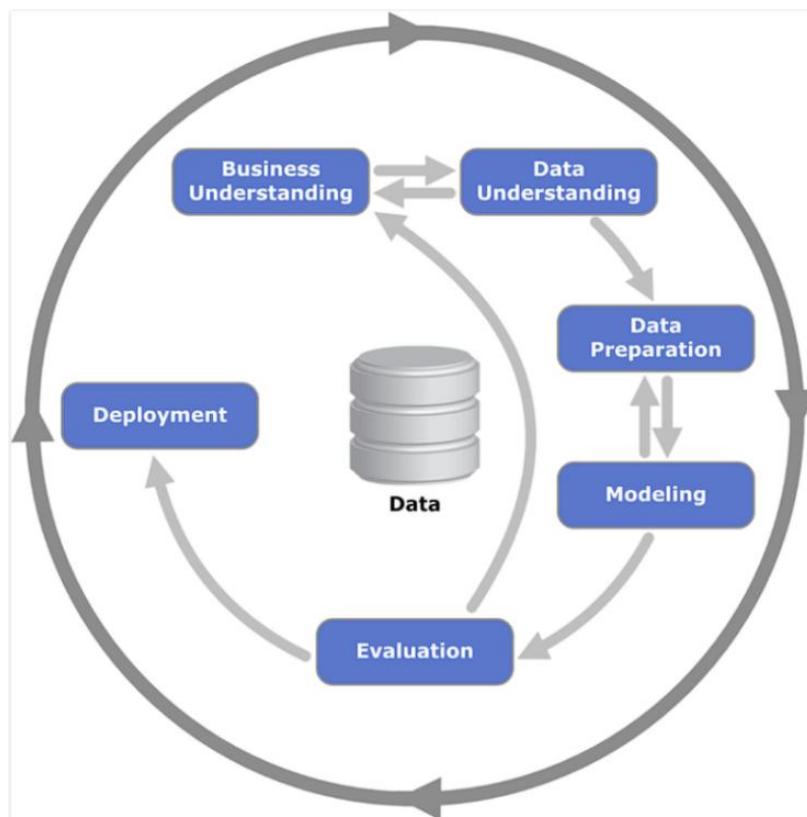


Fig. 4. CRISP-DM

Nota: Fuente [49].

C. Variables del estudio

A continuación, se mencionarán las variables más importantes que se utilizarán para la investigación, tanto para el modelo de identificación de emociones. Las cuales se dividen en dos categorías:

1) Variables independientes

- Data set de emociones
- Modelo de identificación de emociones

2) Variables dependientes

- Emociones de estudiantes
- Deserción académica
- Desempeño académico
- Definición nominal de variables

Data set emociones: Estos son los bancos de imágenes utilizados para el entrenamiento y creación de modelos de inteligencia artificial mediante el uso de diferentes métodos y modelos[50].

Modelo de identificación de emociones: Este es un modelo de identificación facial entrenado y modelado para cumplir con la función de identificar las emociones expresadas con el rostro de la persona[51].

Deserción académica: Se entiende como el conjunto de factores interiores del estudiante como personales, académicos, socioeconómicos e institucionales de los cuales se puede derivar estado de ánimo, motivación entre otras, dando como resultado que la tasa de deserción en Colombia es muy alta dado que de un 100% de estudiantes que ingresan a primer semestre en una institución poco más de la mitad no logran culminar sus estudios profesionales destacando que la mayor parte de estos se encuentra en los primeros semestres de la carrera[52].

Desempeño académico: Es la evaluación de las habilidades y desempeño de los estudiantes en las diferentes áreas curriculares a lo largo de un periodo académico haciendo un estudio de sus

valoraciones y promediando las calificaciones, midiendo su desempeño por medio de una valoración cuantitativa[53], Además puede ser un indicador del estado emocional y social del estudiante.

Emociones de estudiantes: Las alteraciones en el ánimo de los estudiantes que interviene en las acciones, pensamientos y concentración y relaciones de los estudiantes durante el desempeño y desarrollo de cualquier actividad que se ve afectada de forma positivas o negativa dependiente de las emociones que expresa el estudiante[54].

Definición operativa de variables

Data set emociones: El data set que utilizado tiene a disposición las emociones enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo estas fueron usadas para el entrenamiento y creación del modelo de identificación de emociones.

Modelo de identificación de emociones: Este es un modelo de identificación facial fue utilizado para identificar las emociones que presenten los estudiantes dentro de un entorno controlado.

Deserción académica: Esta se refiere a el número de estudiantes que toman la decisión de abandonar sus estudios profesionales, tomando en cuenta que esta se toma a partir de los tres años en que el estudiante sale de la Institución, realizando una comparación de los estudiantes matriculados actualmente con los estudiantes matriculados 3 años atrás. (tiempos de toma para medir la tasa de deserción)

Desempeño académico: Este se refiere al rendimiento cuantitativo de cada estudiante en todas las materias que cursa, siendo el promedio de todas las materias vistas por el estudiante en cada corte académico.

Emociones de estudiantes: Estas son las emociones que cada estudiante demuestra durante las clases a través del modelo de reconocimiento de emociones identificando las emociones de una lista prestablecida (enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo).

D. Formulación de hipótesis

Las hipótesis son afirmaciones que se plantean antes de llevar a cabo la investigación. Estas se dividen en tres categorías.

1) Hipótesis de investigación

La aplicación de un modelo CNN entrenado con el dataset FER-2013, en un entorno académico simulado, permite identificar rasgos emocionales relevantes en estudiantes con una exactitud superior a la obtenida por un modelo aleatorio en cada una de sus clases.

2) Hipótesis nula

El modelo CNN entrenado con el dataset FER-2013, en un entorno académico simulado, no logra identificar rasgos emocionales relevantes en estudiantes con una exactitud superior a la de un modelo aleatorio en cada una de sus clases.

3) Hipótesis alterna

La aplicación de un modelo CNN basado en el dataset FER-2013, en entornos académicos simulados, aporta insumos valiosos para el análisis de los rasgos emocionales de los estudiantes, constituyéndose en un recurso potencial para fortalecer procesos de acompañamiento integral y estrategias pedagógicas.

III. METODOLOGÍA

Aquí se muestra el proceso de investigación; equivale a un plan ordenado de razonamientos que explican lo que se llevará a cabo para lograr el objetivo.

E. Paradigma

La presente investigación se enmarcó en el paradigma positivista el cual se califica como cuantitativo donde el conocimiento se deriva de la observación empírica y la experimentación, usando métodos que permitan presentar resultados objetivos los cuales sean verificables, por lo tanto, este paradigma apoya toda investigación que tenga como objetivo principal comprobar hipótesis a través de estadísticas o determinar los indicadores de una variable a través de expresiones numéricas [55].

A. Enfoque

La presente investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo [56], sustentado en la medición objetiva y el análisis estadístico del desempeño de un modelo de redes neuronales convolucionales (CNN) orientado al reconocimiento automático de emociones. El estudio se centra en la evaluación de métricas de clasificación como *accuracy*, *precision* y *recall*, a partir del procesamiento del dataset FER-2013 en un entorno académico simulado.

B. Método

La metodología empleada para la investigación fue el método científico por las siguientes razones donde primeramente se identifica el problema mediante la observación del mismo, posteriormente se realiza el planteamiento del problema seguido de la formulación de hipótesis, después de estos pasos se llega a la experimentación con la herramienta diseñada para la investigación donde se hace el registro y análisis de los datos para finalmente concluir la investigación con los resultados obtenidos, una investigación corrobora que el método científico es el mejor aplicativo dentro de las Ingenierías el cual propone una investigación de 7 etapas las cuales son: búsqueda de documentación, identificación del problema, creación de hipótesis, definición del método de trabajo, resolución, validación y verificación, el cual propone un enfoque general para mejorar la aplicabilidad de los proyectos ingenieriles[57].

Además, el método empleado para la construcción del modelo de identificación de emociones fue CRISP-DM ya que es el más adecuado para la creación de modelos de inteligencia artificial componiéndose de las siguientes fases: Compresión del negocio, Compresión de los datos, Preparación de los datos, Modelado, Evaluación y Despliegue siendo igualmente muy eficiente para su creación[49].

C. Tipo De Investigación

El alcance de la investigación es de tipo explicativo [58], dado que busca analizar y demostrar si la implementación de un modelo CNN permite identificar rasgos emocionales relevantes en estudiantes con una precisión significativamente superior a la de un modelo aleatorio. En consecuencia, no solo se pretende describir el fenómeno, sino también explicar la relación entre la técnica empleada y la mejora en la detección de emociones.

D. Diseño De La Investigación

Respecto al diseño de investigación, se adopta un cuasi-experimental. Este se estructura en la comparación de dos escenarios:

1. Modelo experimental: un CNN entrenado y validado con el dataset FER-2013 para la clasificación de cinco emociones (enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo).
2. Modelo de referencia: un modelo aleatorio utilizado como línea base para contrastar los resultados.[59]

El carácter cuasiexperimental radica en la utilización de datos secundarios de un repositorio público (FER-2013), aplicados en un entorno académico simulado, lo cual limita el control absoluto de las variables contextuales, aunque garantiza la validez técnica y la reproducibilidad del experimento.

En síntesis, el diseño metodológico corresponde a un enfoque cuantitativo, con alcance explicativo y diseño cuasiexperimental, orientado a validar la eficacia del modelo CNN frente a un escenario aleatorio en la tarea de detección automática de emociones en contextos educativos.

E. Población

La población donde se aplicó el estudio está conformada por los estudiantes de ingeniería de sistemas de la universidad CESMAG que para el segundo periodo académico de 2025 cuenta con un total de 644 estudiantes activos [60]. Se espera que los resultados obtenidos en esta investigación puedan escalarse y adaptarse a otras universidades de la región o incluso a nivel nacional.

F. Muestra

Para calcular de la muestra se aplicó la siguiente formula siendo esta la más indicada cuando se habla de una población finita [61]

$$n = \frac{NZ^2S^2}{d^2(N - 1) + N^2S^2}$$

También fue necesario usar esta tabla que indica tres conceptos muy importantes para el cálculo de la muestra, el error que es la precisión que se quiere alcanzar en el estudio, el nivel de confianza es la seguridad estadística con que la muestra representa a la población y el valor de Z que es el número que corresponde al nivel de confianza dentro de la distribución normal estándar

TABLA I.
Relación entre error, nivel de confianza y el valor de z

% Error	Nivel de confianza	Valor de Z calculado en tablas
1	99%	2.58
5	95%	1.96
10	90%	1.645

Nota: Fuente [61]

Así como también se usó esta tabla donde se presenta la relación entre el nivel de confianza (%) y el valor de d (el margen de error o precisión deseada en el cálculo de la muestra). En la Columna “%” muestra el nivel de confianza que se desea en el estudio y la Columna “Valor d” Es el margen de error tolerado en proporción decimal.

TABLA II.
Precisión (d) asociada a diferentes niveles de confianza

%	Valor d
90	0.1
95	0.05
99	0.01

Nota: Fuente [61]

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

Z = Valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal. Llamado también nivel de confianza.

S^2 = Varianza de la población en estudio (que es el cuadrado de la desviación estándar y puede obtenerse de estudios similares o pruebas piloto)

d = Nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

Al aplicar esta fórmula en la presente investigación se encuentra que

$N = 644$ Estudiantes (población)

$Z = 1,645$ (valor Z para 90% de confianza)

$S^2 = 0,25$ la varianza de la población (o estimada).

$d = 0,05$ (error del 5%)

Cuando ya se tienen estos resultados se procede a reemplazar en la formula

$$n = \frac{NZ^2S^2}{d^2(N - 1) + N^2S^2}$$
$$n = \frac{644(1,645)^2(0,25)}{0,05^2(644 - 1) + 1,645^2(0,25)}$$

$n \approx 191$ estudiantes

La muestra seleccionada corresponde a los estudiantes de distintos semestres del programa de Ingeniería de sistemas con un total aproximado de 191 estudiantes. La selección se basó en criterios estadísticos que permitan alcanzar un nivel de confianza del 90% garantizando así la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. Y se acogen a los siguientes criterios

Criterios de inclusión que sean pertenecientes a la universidad CESMAG, que sean de la mañana, mayores de edad, participación voluntaria, sin consumo psicoactivo, que ya tengan antecedentes. Participa o no.

Criterios de exclusión: lo contrario, los que no deseen participar, no firmen, no quiten el tapabocas, lesión en el rostro

G. Técnicas de recolección de información

La técnica de recolección seleccionada que se usó para la presente investigación fue la de fuentes secundarias. Usando el dataset FER-2013 ya que esta base de datos brinda información en imágenes de mucha importancia para la investigación como son las emociones: enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo y un par de emociones más donde cada emoción cuenta con más de 1000 imágenes lo cual ayuda mucho al momento de trabajar en el modelo de aprendizaje automático de emociones tanto en el entrenamiento como en las pruebas de este modelo[48].

En este caso también se identifica una segunda técnica de recolección de información la cual es Experimentos controlados, ya que esta se enfoca en los estudios que se puedan manipular una o más variables independientes dentro de entornos controlados para de esta forma ver el efecto causado en las variables dependientes, lo dicho anteriormente se acopla perfectamente a la investigación ya que se podrá manipular el modelo de identificación de emociones y comparar si los resultados proporcionados por el modelo son acertados con la información real[62].

1) Validez de la técnica

El dataset de emociones FER-2013 es de gran utilidad en esta investigación debido a que cuenta con muchos datos de información relevante para la investigación de fácil acceso, logrando aprovechar datos previamente recolectados y almacenados siendo estos completamente confiables debido a la fuente que los proporciona además de la calidad de las imágenes por cada emoción teniendo una cantidad bastante considerable y buena para su uso en la creación del modelo de identificación de emociones[48].

La viabilidad de la técnica Experimentos controlados depende únicamente si se realiza dentro de un entorno controlado donde las variables independientes puedan ser manipuladas y controladas siendo muy útil al momento de comprobar las hipótesis de la investigación ya que facilita la obtención de datos claros que son muy útiles para la investigación, En la investigación propuesta el estudio se realizará dentro de las aulas de clase tomando las emociones que los estudiantes

presentan a lo largo de la clase, esto es un ambiente controlado en el cual se puede trabajar perfectamente con la técnica de experimentos controlados[62].

2) *Confiabilidad de la técnica*

La confiabilidad del dataset de emociones FER-2013 es bastante sólida ya que se encuentra dentro de Kaggle un sitio de datasets muy confiables y reconocidos ya que cumple con los siguientes puntos de importancia: Validez de los datos, Integridad y completitud, Unicidad, Consistencia, Pruebas de calidad y Documentación de esta forma cumple con los requerimientos básicos para ser una fuente confiable de datos para la investigación planteada[48].

En cuanto a la confiabilidad de la técnica de Experimentos controlados es muy alta ya que al tener un control sobre las variables independientes permite obtener resultados consistentes y repetibles además al realizarse dentro de un ambiente controlado permite que se minimicen los riesgos de que factores externos afecten a los resultados obtenidos[62].

H. Instrumento de recolección de datos

El principal instrumento de recolección de información se basa en realizar la comparación con el dataset seleccionado y las emociones que presentan los estudiantes a través del modelo de reconocimiento, cuando un modelo es soportado por un conjunto de datos ya definido no es necesaria la aplicación de otros instrumentos como la realización de encuestas. Es preciso aclarar que se puede reforzar con una guía de observación ya que se realizará el seguimiento a través del modelo de identificación de emociones.

IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

A. Preprocesar y caracterizar el dataset FER-2013 con el propósito de optimizar la clasificación de emociones

Para la preparación y estructuración de este dataset se tuvo en cuenta la identificación del problema que se abordó y el cual se describe detalladamente en el capítulo I de la presente investigación, después de analizar y depurar diferentes y posibles conjuntos de datos que pudieran aportar de forma significativa se tomó el dataset FER-2013 como el más adecuado debido a que fue utilizado en diferentes proyectos que abordaban una problemática casi similar, el presente dataset se encontró que está muy bien estructurado y contiene los datos necesarios para este proyecto de investigación. Describiendo un poco el dataset FER-2013 se puede decir que cuenta con 7 emociones (enojo, disgusto, miedo, felicidad, neutralidad, tristeza, y sorpresa), donde se encuentran una gran cantidad de imágenes de rostros de cada una de las emociones, se cuenta con un total de 7178 imágenes de rostros diferentes en total, en la **fig 5** se puede apreciar el número total de imágenes que posee el dataset para cada emoción ordenados por carpetas para una mayor comprensión de los datos.

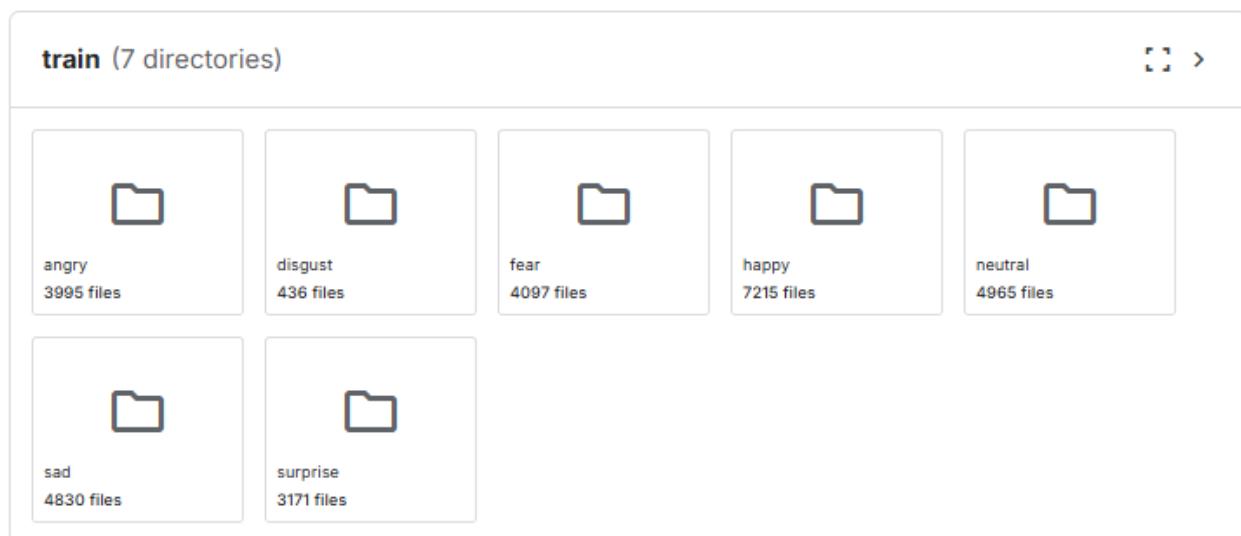


Fig. 5. Carpetas con emociones Dataset Fer-2013

Nota: Fuente: [48]

El dataset FER-2013 cuenta con un buen número de datos y categorías emocionales, sin embargo se vio necesario realizar una reducción de emociones analizadas pasando de siete emociones

originales a cinco consideradas más relevantes para la identificación del estado emocional de los estudiantes durante las clases, tomando en cuenta las emociones de (enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo), estas emociones fueron tomadas como base para la elaboración del modelo de reconocimiento de emocional, con la depuración el conjunto de datos se redujo de 7178 imágenes a 5323 imágenes de rostros, en la **fig 6**. Se puede apreciar cómo están resaltadas las carpetas de las emociones que se tomaron finalmente

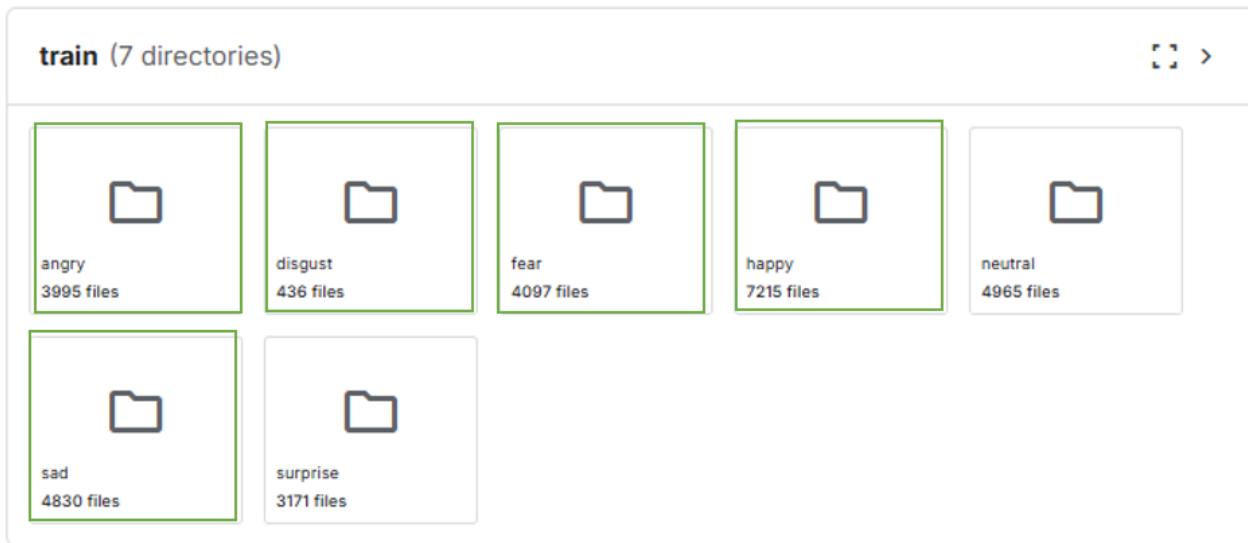


Fig. 6. Carpetas con emociones seleccionadas Dataset Fer-2013

Nota: Fuente: [48]

El etiquetado de las imágenes es un aspecto fundamental en la preparación de los datos, y en este caso ya se encuentra incorporado en el dataset por ende, cada imagen posee su respectiva categoría emocional. En cuanto al preprocesamiento, no fue necesario aplicar un redimensionamiento, dado que el conjunto de datos presenta un formato uniforme de 48x48 píxeles en todas las muestras correspondientes a sus siete emociones. De esta manera, la conversión a escala de grises tampoco requirió intervención adicional, pues este proceso ya está implementado en la totalidad de las imágenes. En la **fig. 7** se ilustra cómo el dataset mantiene de manera estandarizada tanto el tamaño como la escala de grises en todos sus datos



Fig. 7 Imágenes de la emoción de enojo en escala de grises

Nota: Fuente: [48]

B. Desarrollar un modelo de red neuronal convolucional (CNN) orientado al reconocimiento facial de cinco emociones: enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo

Para el desarrollo del modelo de reconocimiento de emociones con redes neuronales convolucionales (CNN), enfocado en 5 emociones las cuales son enojo, disgusto, felicidad, miedo y tristeza. Fue necesario cumplir con una secuencia de pasos que a continuación se mencionan: la configuración inicial, el cargue de los datos, la construcción del modelo, entrenamiento del modelo, evaluación y por último la visualización.

1) Importación de bibliotecas y dependencias:

Lo primero que se realizó fue la importación de todas las herramientas necesarias para el preprocesamiento de datos, construcción, entrenamiento y evaluación del modelo CNN, todas las bibliotecas importadas fueron las siguientes:

TABLA III.
Biblioteca y dependencias usadas

Biblioteca	Utilidad
os	Usado en el manejo de rutas de archivos y carpetas
Numpy	Para el manejo de operaciones como la manipulación de arrays y el cálculo de índices
tensorflow	Este es el framework principal para la construcción y entrenamiento del modelo CNN
sklearn.metrics	Empleada para la evaluación de las métricas del modelo
matplotlib.pyplot	Empleado para graficar la historia de entrenamiento del modelo

Al importar estas librerías en el código principal se buscó que sea autónomo y pueda ejecutarse sin necesidad de dependencias externas no declaradas, con el uso de Keras (este hace parte de tensorflow) facilita que la construcción del modelo CNN sea de manera modular.

2) *Configuración de parámetros globales:*

Se declaran parámetros globales que lo que buscan es que controlen el entrenamiento y el comportamiento del modelo, permitiendo la flexibilidad y fácil ajuste del código como por ejemplo cambiar fácilmente el número de épocas con las cuales este trabajando el modelo CNN, todas estas variables se presentan en la siguiente tabla:

TABLA IV.
Variables usadas.

Variable	Función
DATA_DIR	Ruta hacia el dataset y subcarpetas (train y test)
BATCH_SIZE	Numero de imágenes procesadas por iteración durante el entrenamiento (32)
NUM_CLASSES	Numero de emociones para clasificar (5 emociones a clasificar)
EPOCHS	Número máximo de épocas de entrenamiento (50 épocas)

MODEL_PATH	Ruta donde se guardará el modelo después de entrenar
TRAIN_DIR	Ruta específica para el conjunto de entrenamiento
TEST_DIR	Ruta específica para el conjunto de prueba
WIDTH, HEIGHT	Tamaño de las imágenes de entrada (48x48 píxeles)
CLASS_NAMES	Listado de etiquetas con las emociones (['angry', 'disgust', 'happy', 'fear', 'sad'])

3) Carga y preprocessamiento de datos:

En este paso se encuentra algo muy importante que es Data argumentation o aumento de datos, se refiere a métodos para complementar los llamados conjuntos de datos incompletos proporcionando puntos de datos faltantes para incrementar la analizabilidad del conjunto de datos. Esto se manifiesta en el aprendizaje automático al generar copias modificadas de datos preexistentes para aumentar el tamaño y la diversidad de un conjunto de datos. Por lo tanto, con respecto al aprendizaje, los datos aumentados pueden entenderse como el suministro artificial de datos potencialmente ausentes del mundo real. [63] en este caso se usaron los siguientes parámetros:

TABLA V.
Parámetros usados en data argumentation

NOMBRE	VALOR	DESCRIPCIÓN
rescale	1./255	Normaliza los píxeles de 0-255 a 0-1
rotation_range	15	Realiza rotaciones aleatorias con un rango máximo de 15 grados
width_shift_range	0.1	Realiza desplazamientos horizontales con un rango máximo de 10%
height_shift_range	0.1	Realiza desplazamientos verticales con un rango máximo de 10%
shear_range	0.1	Cizallamiento del 10% (inclina la imagen a lo largo de uno de sus ejes puede ser horizontal o vertical, mientras se mantiene el otro eje fijo)
zoom_range	0.1	Realiza un zoom aleatorio en un rango máximo del 10%
horizontal_flip	True	Volteo horizontal aleatorio (se invierte la imagen de izquierda a derecha)

fill_mode	Nearest	Rellena los pixeles nuevos con el valor más cercano
color_mode	grayscale	Carga las imágenes en escala de grises

Además de lo anteriormente mencionada también se incluyen un par de procesos más los cuales se denominaron “test_datagen” el cual cumple con la función de validar únicamente con la normalización de las imágenes es decir sin el aumento de datos o data argumentation, para evaluar únicamente los datos reales. “Train_generator” y “test_generator” estos dos procesos lo que hacen es cargar las imágenes del dataset desde las carpetas de “train” y “test”, especificando “EMOTIONS” (Listado de etiquetas con las emociones), con el fin de asegurarse de que solo sean usadas las 5 emociones deseadas (enojo, disgusto, felicidad, tristeza y neutralidad).

En toda esta etapa lo que se realiza es la carga del dataset de manera eficiente, aplicar un aumento de datos para aumentar la cantidad de imágenes mejorando la robustez y la preparación del datos para el modelo, el aumento de los datos es clave para mejorar el rendimiento ya que el dataset FER2013 tiene una limitación como el desbalanceo que es la desigualdad en el número de muestras en ciertas clases, lo que puede ocasionar que el modelo solo aprenda de las clases con más muestras e ignore las clases que tienen una cantidad menor de muestras.

Además, se incluye un generador de validación (val_datagen) que solo normaliza las imágenes (rescale=1./255) sin aumento de datos, para evaluar los datos reales. Los generadores train_generator y val_generator cargan imágenes desde las carpetas train y test, asegurando que solo se usen las cinco emociones definidas en CLASS_NAMES. Este proceso mejora la robustez del modelo, especialmente ante el desbalanceo del dataset FER2013, donde ciertas clases (e.g., disgusto) tienen menos muestras.

4) Construcción del modelo CNN:

La arquitectura CNN es profunda con bloques convolucionales progresivos aumentando filtros de 64 a 512 para capturar características jerárquicas. Bordes simples en capas iniciales y patrones complejos en capas profundas, para la elaboración de esta red se usaron técnicas muy importantes que a continuación se mencionan BatchNormalization que realiza una estabilización el entrenamiento, MaxPooling Reduce las dimensiones, Dropout (0.25/0.5): previene el sobreajuste

y por último la salida softmax genera probabilidades para las 5 emociones. En la siguiente tabla se muestra la estructura de cómo fue construido el modelo CNN:

TABLA VI.
Estructura del modelo CNN

Bloque /Capa	Descripción de la arquitectura
Bloque 1	Conv2D (32 filtros, kernel 3x3, padding="same") + BatchNormalization + Activation('relu') + MaxPooling2D (2x2) + Dropout(0.2)
Bloque 2	residual_block (64 filtros) + MaxPooling2D (2x2) + Dropout(0.2)
Bloque 3	residual_block (128 filtros) + MaxPooling2D (2x2) + Dropout(0.2)
Bloque 4	residual_block (256 filtros) + MaxPooling2D (2x2) + Dropout(0.2)
Capas densas	Flatten + Dense(256, activation='relu') + Dropout(0.5) + Dense(5, activation='softmax')

5) *Compilación y entrenamiento del modelo:*

Lo primero que se realizó fue la compilación del modelo para que este aprenda, en este proceso se llevan a cabo tres funciones:

- Optimizador (Adam): el cual se usa para ajustar los pesos para mejorar.
- Función de perdida: Es la forma en el que el modelo mide cuánto se equivoca en sus predicciones, si comete muchos errores se deben ajustar más sus pesos.
- Metricas(Acuarry): Es la forma en la que el modelo evalúa qué tan bien está realizando sus predicciones, midiendo el porcentaje de sus predicciones correctas

El entrenamiento del modelo se realiza teniendo en cuenta los siguientes datos:

- Datos: El uso de dos conjuntos de datos uno determinado para entrenar denominado “train_generator” y otro conjunto de datos para probar denominado “test_generator”.
- Épocas: el modelo fue evaluado 50 veces, todo el conjunto de datos destinado al entrenamiento durante 50 vueltas, generaciones o épocas, pero este podría detenerse antes de que cumpla con las 50 épocas si el modelo no mejora durante el paso de generaciones.

- Callbacks: Una herramienta automática que ayuda a que el entrenamiento sea más eficiente además de evitar el sobreajuste
- ModelCheckpoint: Siempre se guarda la mejor versión del modelo que se encuentre durante la ejecución del entrenamiento.

6) Visualización de la historia de entrenamiento:

Con las gráficas realizadas después del entrenamiento se busca estudiar el resultado como la convergencia o sobreajustes del modelo que podrían presentarse en este proceso.

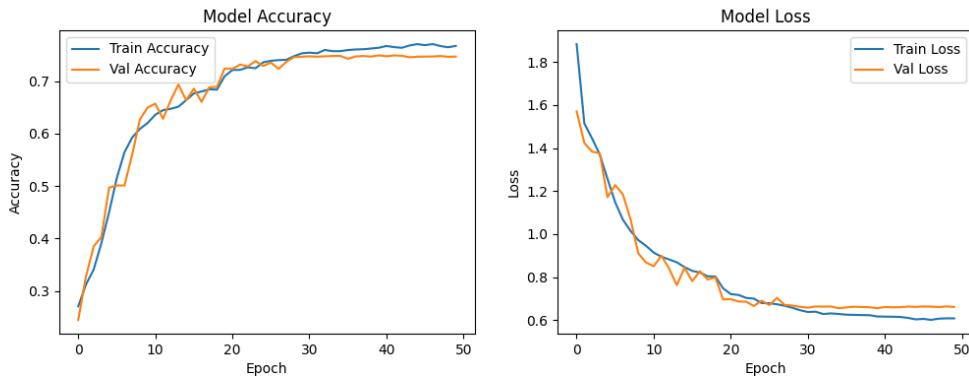


Fig. 8 Historia de entrenamiento

Con los resultados de la gráfica se puede notar un entrenamiento exitoso con una precisión de 74.92% y una pérdida de 0.6554, gracias al aumento de datos, regularización y callbacks, la gráfica muestra curvas estables que indican un buen equilibrio entre aprendizaje y generalización.

C. Comparar la eficiencia de los modelos mediante métricas de desempeño como matriz de confusión, accuracy y F1-score

Se realiza una evaluación final al con el conjunto de datos destinados al test donde se ejecutan 4 funciones principales para poder presentar los resultados finales del modelo creado:

- Model.evaluate: Calcula la pérdida y la precisión durante el test.
- Model.predict: Genere predicciones.
- classification_report: Muestra la precisión, recall y el resultado de F1-score por emoción
- confusion_matrix: Muestra las confusiones que tiene el modelo entre las diferentes emociones.

Todo para al final poder verificar el rendimiento en datos no vistos, confirmar la precisión total del modelo que en este caso es del 72.39% y destacar las debilidades que éste presente, en este modelo desarrollado se puede evidenciar el que el F1-score de la emoción de felicidad es bajo.

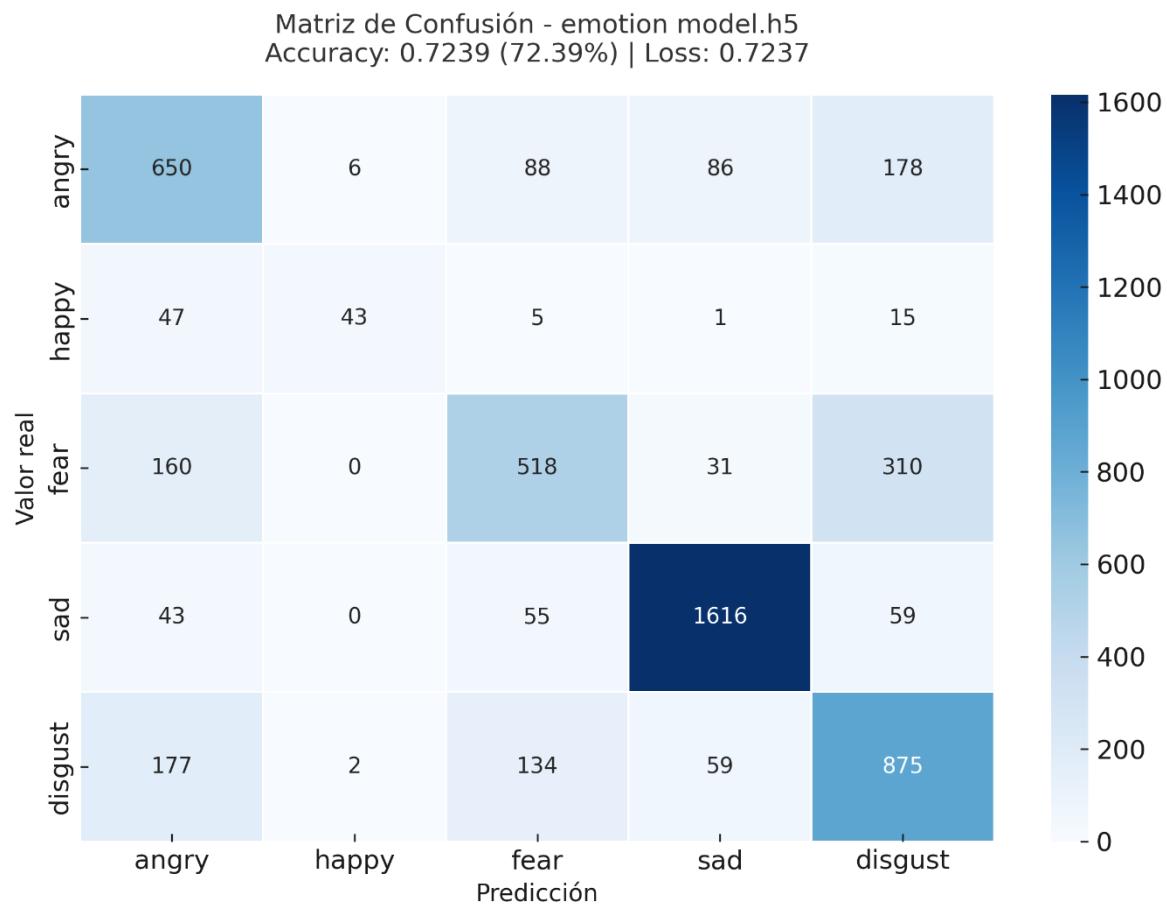


Fig. 9 Matriz de confusión emotion model.h5

La matriz de confusión ilustra el rendimiento del modelo de clasificación de emociones, logrando una precisión total del 72.39%. Se puede notar que la emoción de tristeza es la más identificada con 1616 aciertos, seguida por asco y enojo, mientras que la felicidad es la categoría menos detectada, lo que sugiere un desbalance en el reconocimiento de emociones positivas. Asimismo, hay confusiones comunes entre emociones que presentan rasgos parecidos, como el enfado con el asco y la tristeza, o el temor con el asco y el enfado, lo que evidencia las limitaciones del modelo para distinguir matices emocionales cercanos. En general, el modelo muestra un rendimiento

adecuado, aunque necesita mejoras en el equilibrio del conjunto de datos y en la identificación de emociones positivas como la alegría.

A continuación, se presenta una tabla comparativa que resume los resultados principales para facilitar la comparación. Este informe evalúa cuatro modelos de redes neuronales convolucionales (CNN) y arquitecturas resnet diseñados para la identificación de emociones faciales utilizando el dataset FER2013, que incluye cinco clases de emociones: Enfado, Disgusto, Miedo, Feliz y Triste. El análisis se centra en métricas clave como precisión (accuracy), F1-score, pérdida (loss) y número de parámetros, basado en un conjunto de prueba de 5.114 imágenes.

TABLA VII.
Comparativa de modelos

Modelo	Parámetros Totales	Accuarry	F1-Score	Loss	Observaciones
emotion_model	1,802,757	0.7239 (72.39%)	0.7223	0.7237	Mejor rendimiento general; alta precisión en "Feliz" (91.09%), pero bajo en "Disgusto" (38.74%).
prueba_nuevo_modelo_cnn	1,144,325	0.6267 (62.67%)	0.6261	37.635	Similar al anterior; mayor confianza promedio (0.9383), alta en "Feliz" (83.09%).
resnet_emotion_model	14,244,933	0.3469 (34.69%)	0.1787	19.356	Bajo rendimiento; sesgado hacia "Feliz" (100%), ignora otras clases; modelo muy grande.
resnet_rapido	1,245,445	0.4138 (41.38%)	0.4256	14.067	Rendimiento moderado; buena en "Enfado" (68.27%), pero baja en "Triste" (15.56%).

D. Implementar el modelo más eficiente como soporte técnico preliminar para la construcción de un sistema de reconocimiento facial de emociones aplicable al contexto universitario

Con base en la experimentación realizada y los resultados obtenidos en las fases previas, se determinó que el modelo CNN denominado emotion_model alcanzó el mejor desempeño entre las arquitecturas evaluadas, con una exactitud del 72.39% y un F1-score promedio de 0.632. Estos valores superaron a los demás modelos contrastados, que mostraron un rendimiento significativamente inferior y sesgos hacia determinadas clases emocionales.

Partiendo de esta selección, se procedió a la implementación del modelo más eficiente como un soporte técnico funcional, integrando la red entrenada en un prototipo de sistema capaz de identificar las emociones. El sistema fue diseñado bajo un entorno controlado y simulado, empleando imágenes capturadas mediante cámara y procesadas automáticamente por el modelo.

La interfaz desarrollada permite la detección facial, clasificación de la emoción correspondiente (enojo, disgusto, felicidad, tristeza o miedo). Teniendo en cuenta lo dicho anterior se incorporó un mecanismo de generación de reportes en un formato Pdf, donde se consolidan las emociones más frecuentes detectadas en cada captura, lo que posibilita un análisis posterior de la emoción presentada por el estudiante.

En términos prácticos, el sistema ofrece a los estudiantes una experiencia interactiva en la que sus emociones pueden ser reconocidas de manera automática, constituyéndose en una innovación tecnológica dentro del ámbito académico. Si bien su aplicación se limita a escenarios simulados, los resultados confirman que la implementación del modelo más eficiente es factible y que este puede ser proyectado como un insumo para futuros sistemas de acompañamiento estudiantil.

A continuación, se presentan evidencias que ilustran la interface desarrollada

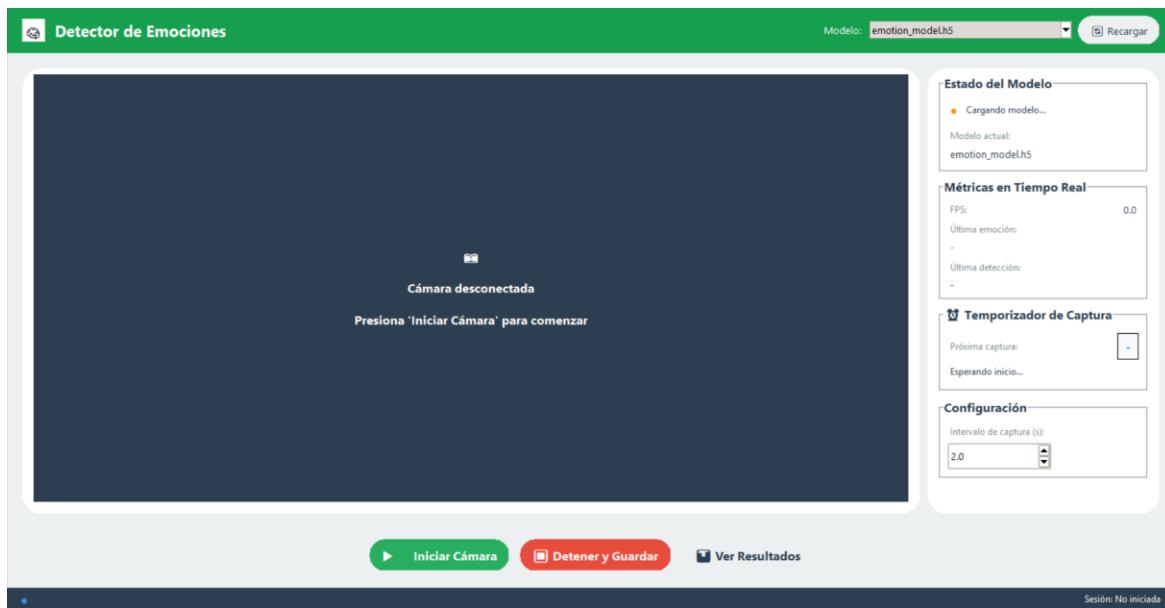


Fig. 10 Interfaz del sistema de detección de emociones

Archivo	Fecha	Modelo	Detecciones
ya 9.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 8-2.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 8-1.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 7-2.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 7-1.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 6.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 5-2.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 5-1.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 4.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 3.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 2.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 11.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 10.pdf	N/A	N/A	N/A
ya 1.pdf	N/A	N/A	N/A
9no mañana.pdf	N/A	N/A	N/A
9no mañana 2.pdf	N/A	N/A	N/A
5a mañana.pdf	N/A	N/A	N/A

Fig. 11 Registro de resultados de sesiones generadas en PDF

El producto desarrollado como resultado de esta investigación el modelo de reconocimiento automático de emociones y su respectiva implementación técnica se encuentra disponible en el siguiente repositorio: <https://github.com/alanportilla18/Deteccion-de-emociones>. Este repositorio contiene el código fuente, los scripts de entrenamiento del modelo CNN y los archivos necesarios para la ejecución del sistema de detección de emociones, constituyendo la evidencia práctica del proyecto

1) *Resultados según muestra*

De acuerdo a la muestra calculada que fueron 191 estudiantes, se generó un trabajo de campo bajo la autorización de la visita a los diferentes salones de clase como se evidencia dentro del Anexo A, también fue muy importante la firma por parte de los estudiantes de los distintos semestres donde autoriza a los investigadores el tratamiento de los datos tal como se evidencia en el anexo D, para poder realizar la validación del presente modelo, a continuación se presenta una síntesis con los registros de la aplicación del modelo de detección automática de emociones.

TABLA VIII.
Registro de aplicación del modelo

Semestre	Participantes	Día	Emoción relevante
4H	13	09-10-25 jueves	Feliz (9)
4A	18	08-10-25 miércoles	Triste (10)
4B	18	08-10-25 miércoles	Triste (8)
4E	19	08-10-25 miércoles	Triste (10)
5A	27	14-10-25 martes	Miedo (10)
5B	14	09-10-25 jueves	Feliz (11)
6A	22	06-10-25 lunes	Triste (12)
7A	13	07-10-25 martes	Triste (12)
7E	15	08-10-25 miércoles	Triste (7)
8E	13	06-10-25 lunes	Triste (12)
9A	11	14-10-25 martes	Feliz (6)
9E	11	08-10-25 miércoles	Enfado (7)
10A	5	03-10-25 viernes	Feliz(5)

Esta TABLA VIII corresponde al trabajo de campo realizado con estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad CESMAG durante el mes de octubre de 2025. En esta fase experimental se evaluó el desempeño del modelo de reconocimiento automático de emociones en distintos semestres académicos, con un total aproximado de 193 participantes distribuidos entre los semestres cuarto a décimo. Los resultados evidencian que las emociones más predominantes fueron tristeza y felicidad, identificadas con mayor frecuencia en la mayoría de los grupos, seguidas por miedo y enojo en menor proporción. La emoción de tristeza fue la más recurrente, especialmente en los semestres 4A, 4B, 4E, 6A, 7A, 7E y 8E, lo cual podría asociarse a factores relacionados con la carga académica, el estrés ante evaluaciones y la presión de los trabajos universitarios. Por su parte, las emociones positivas como la felicidad se registraron principalmente en los semestres 4H, 5B, 9A y 10A, lo que sugiere un estado emocional más estable o motivado en dichos grupos.

La siguiente gráfica de barras presenta la distribución de las emociones detectadas a lo largo de los cinco días de la semana, comprendidos entre lunes y viernes. En ella se reflejan las variaciones en la cantidad de emociones identificadas por jornada, permitiendo observar qué días concentraron un mayor número de reacciones emocionales y cuáles mostraron una menor incidencia. Este análisis visual facilita la interpretación comparativa del comportamiento emocional de los grupos participantes, destacando los momentos en los que determinadas emociones alcanzaron una mayor frecuencia y aportando una visión más clara sobre la dinámica emocional registrada durante el trabajo de campo.

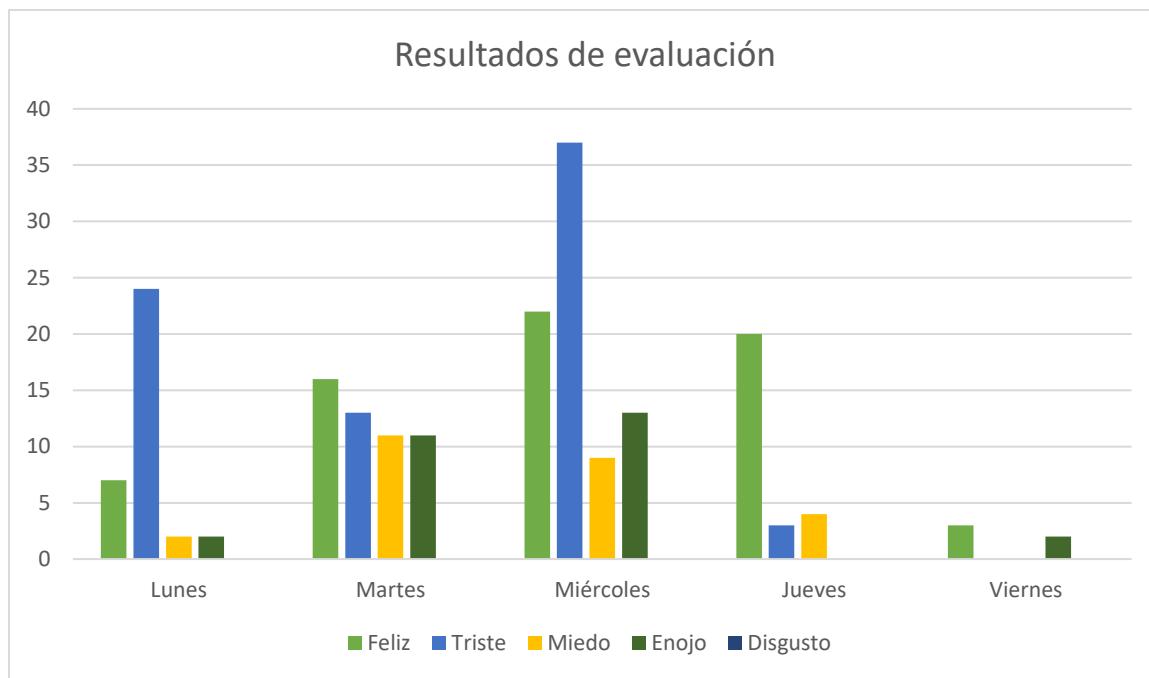


Fig. 12 Emociones detectadas por día

De acuerdo con el análisis temporal, se observó que las emociones también varían según el día de la semana en que se aplicó el modelo. Los días lunes y miércoles presentaron una mayor incidencia de emociones negativas como la tristeza, posiblemente debido al retorno a las actividades académicas o al nivel de exigencia de las asignaturas. En contraste, los días jueves y viernes mostraron una mayor presencia de emociones positivas como la felicidad, lo que puede interpretarse como un reflejo del alivio emocional ante la cercanía del fin de semana y la reducción de carga académica.

Estos datos, de forma disciplinar, fueron analizados por una profesional en psicología con especialidad en neuropsicología, quien validó la interpretación de los resultados emocionales, permitiendo relacionar los patrones detectados con estados de ánimo y factores de estrés propios del contexto universitario.

A continuación, se presenta una gráfica de tipo circular que ilustra la frecuencia de aparición de las emociones registradas durante la semana, comprendida entre los días lunes y viernes. Esta representación permite observar de manera proporcional la distribución de las emociones predominantes identificadas en los trece grupos analizados durante el trabajo de campo. La gráfica facilita una comprensión visual del peso relativo que tuvo cada emoción dentro del conjunto total de observaciones, evidenciando así cuáles estados emocionales tuvieron mayor presencia en la población y aportando una perspectiva clara sobre las tendencias emocionales detectadas en el proceso investigativo.

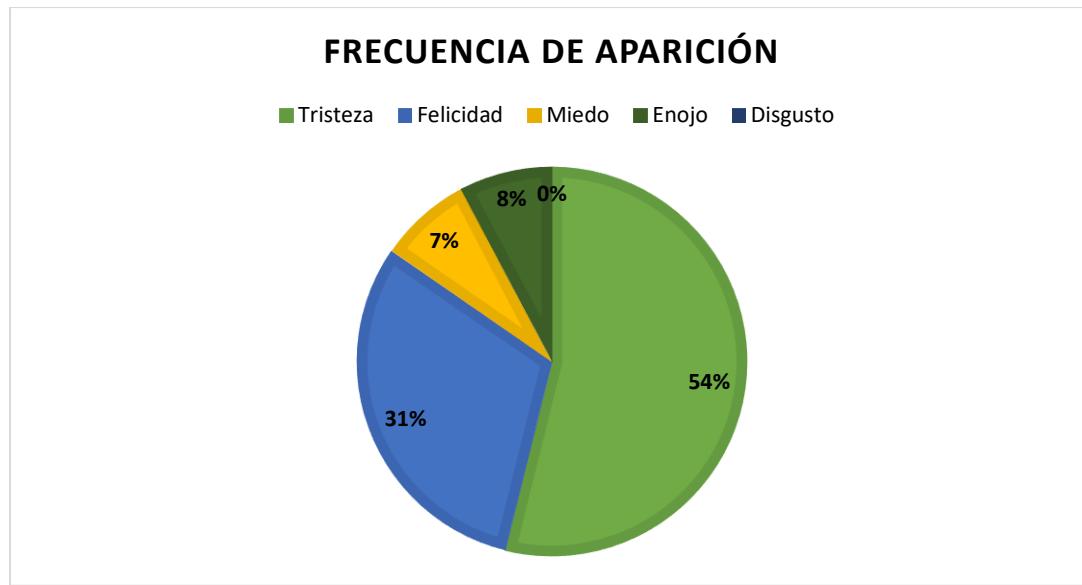


Fig. 13 Frecuencia de aparición de cada emoción

En síntesis, este trabajo de campo permitió validar el funcionamiento del modelo en entornos controlados, confirmando su capacidad para identificar patrones emocionales recurrentes. Los hallazgos obtenidos representan una base importante para futuras investigaciones orientadas al análisis del bienestar emocional y la permanencia estudiantil mediante herramientas de inteligencia artificial

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El modelo de reconocimiento automático de emociones se evaluó en un entorno controlado para determinar su precisión y validez en el contexto académico, cumpliendo con el objetivo general de la investigación. Los resultados de la investigación se detallan en el reporte de clasificación, que se presenta en la figura 9. Este reporte, junto con la historia de entrenamiento del modelo (figura 8), demuestra la efectividad técnica del sistema.

El modelo se desarrolló utilizando una red neuronal convolucional (CNN) y el conjunto de datos FER-2013, enfocado en cinco emociones: enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo. Se emplearon métricas como la matriz de confusión, exactitud (accuracy) y F1-score para evaluar la eficiencia del modelo. El proceso incluyó una fase de preprocesamiento de datos y técnicas de aumento de datos (Data augmentation) para asegurar la robustez del modelo. El uso de bibliotecas como Keras, que forma parte de TensorFlow, facilitó la construcción modular del modelo CNN.

A pesar de que el modelo mostró un rendimiento prometedor en la clasificación emociones en condiciones simuladas, la investigación tiene una limitación clave, no se implementó directamente en entornos reales ni se integró con los sistemas institucionales existentes, como la plataforma Adviser. Por lo tanto, aunque los resultados técnicos son sólidos, su aplicabilidad directa en la mitigación de la deserción estudiantil o en el acompañamiento integral aún requiere validación en un contexto real. El estudio se mantuvo en un enfoque exclusivamente analítico y de validación tecnológica, sin activar protocolos de notificación o intervención.

La innovación del proyecto reside en su rigor metodológico para evaluar la viabilidad de un sistema de reconocimiento de emociones en educación superior. Los hallazgos de esta investigación corroboran la existencia de una problemática de deserción estudiantil en el departamento de Nariño, con altas tasas que superaron el 28% entre 2012 y 2018. El modelo propuesto representa un enfoque novedoso para complementar las estrategias existentes de apoyo estudiantil, proporcionando una nueva métrica para caracterizar los estados emocionales, que son reconocidos como un factor determinante en el rendimiento académico.

La práctica realizada en los salones de clase permitió un acercamiento directo de los participantes al modelo, favoreciendo la obtención de datos reales y diversos para su validación. Este proceso enriqueció el entrenamiento del sistema de reconocimiento automático de emociones, al integrarlo

con expresiones auténticas de estudiantes en su entorno natural. Los resultados derivados de la muestra conformada por 193 participantes permitieron comprobar la capacidad del modelo para identificar patrones emocionales con coherencia respecto a la información recolectada.

En términos generales, la emoción más relevante de toda la muestra fue tristeza, seguida de felicidad, las cuales representaron las respuestas predominantes durante las jornadas de observación.

El análisis temporal evidenció variaciones según el día de la semana: los lunes y miércoles se caracterizaron por un mayor registro de emociones negativas como: tristeza y enojo, mientras que los jueves y viernes se destacó una mayor presencia de emociones positivas como felicidad. Estos resultados refuerzan la hipótesis de que las dinámicas emocionales estudiantiles oscilan conforme a la carga académica y el estado anímico general del grupo, mostrando patrones que pueden ser útiles para estrategias de acompañamiento psicológico y pedagógico.

CONCLUSIONES

La investigación logró sus objetivos al desarrollar y validar un modelo de reconocimiento automático de emociones con una red neuronal convolucional (CNN). Se demostró la viabilidad técnica del modelo y su capacidad para identificar con precisión emociones básicas como enojo, disgusto, felicidad, tristeza y miedo. Los resultados obtenidos permitieron validar la efectividad técnica del sistema, proporcionando evidencia sobre su capacidad para caracterizar estados emocionales en un contexto universitario.

Los hallazgos de esta investigación confirman la hipótesis de que un modelo CNN entrenado con el conjunto de datos FER-2013 puede identificar rasgos emocionales relevantes en estudiantes con una exactitud superior a la de un modelo aleatorio. Esto constituye un insumo valioso para el análisis del bienestar emocional en el ámbito académico y sienta las bases para futuros estudios sobre la posible relación entre las emociones y el desempeño educativo.

El estudio representa un aporte significativo al ámbito académico-metodológico, ya que proporciona datos confiables sobre la viabilidad de un modelo de reconocimiento automático de emociones. Aunque la investigación se limitó a una fase experimental, los resultados ofrecen un punto de partida para futuras aplicaciones en estrategias de acompañamiento estudiantil, fortaleciendo los mecanismos actuales de la universidad en la lucha contra la deserción.

El modelo demostró ser técnicamente viable para la identificación de expresiones faciales básicas en un entorno académico controlado. Los resultados obtenidos reflejan una tendencia emocional marcada por la tristeza como estado predominante, lo que sugiere la presencia de factores de estrés académico significativos en la población estudiantil. Paralelamente, la detección de emociones positivas como la felicidad evidencia que existen también espacios de motivación dentro de la dinámica universitaria.

La validación experimental permitió corroborar la precisión del modelo y su utilidad potencial como herramienta de análisis emocional. Si bien el sistema se encuentra en una etapa inicial, sus resultados ofrecen una base sólida para futuras aplicaciones orientadas al monitoreo del bienestar estudiantil y la prevención de la deserción académica mediante el uso de inteligencia artificial.

RECOMENDACIONES

Con base en los resultados y limitaciones de esta investigación, se proponen las siguientes recomendaciones para futuras líneas de trabajo:

Integración con sistemas institucionales: Se recomienda llevar a cabo una segunda fase del proyecto que integre el modelo de reconocimiento automático de emociones con los sistemas de seguimiento estudiantil existentes, como la plataforma Adviser. Esto permitiría validar el modelo en un entorno real y evaluar su impacto directo en la identificación de estudiantes en riesgo de deserción.

Expansión del conjunto de datos y emociones: Ampliar el modelo para incluir un mayor número de emociones y un conjunto de datos más diverso y representativo de la población estudiantil de la universidad. Esto aumentaría su precisión y aplicabilidad en escenarios variados.

Investigación sobre la correlación: Realizar estudios de correlación más profundos para establecer una conexión directa y cuantificable entre los estados emocionales identificados por el modelo y las variables de rendimiento académico, como el promedio de calificaciones, la asistencia a clases o el número de asignaturas reprobadas.

Desarrollo de protocolos de intervención: Una vez validada la efectividad del modelo en un entorno real, se sugiere la creación de protocolos de notificación y alerta para el personal de acompañamiento integral de la universidad. Esto permitiría una intervención oportuna y personalizada para los estudiantes que muestren indicios de dificultades emocionales.

Perfeccionamiento del modelo: incorporando bases de datos ampliadas y contextos más diversos que incluyan variables culturales, ambientales y académicas propias del entorno universitario. Asimismo, sería pertinente integrar el sistema con plataformas institucionales de seguimiento estudiantil, previa validación ética y técnica, con el propósito de fortalecer las estrategias de acompañamiento emocional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Universidad CESMAG, «formato líneas de investigación Universidad CESMAG», Pasto, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://conaiisi.frc.utn.edu.ar/PDFsParaPublicar/1/schedConfs/4/120-429->
- [2] Universidad Cesmag, «Departamento de acompañamiento Integral». Pasto, 2020.
- [3] Universidad Cesmag, «Reglamento general estudiantil», Pasto, ene. 2024.
- [4] F. Pulido Acosta and F. Herrera Clavero, “LA INFLUENCIA DE LAS EMOCIONES SOBRE EL RENDIMIENTO ACADÉMICO,” *Ciencias Psicológicas*, vol. 11, no. 2, p. 29, May 2017, doi: <https://doi.org/10.22235/cp.v11i2.1344>.
- [5] G. E. Huesca Ramírez y B. Castaño Corvo, «Causas de deserción de alumnos de primeros semestres de una universidad privada», Puebla, oct. 2017.
- [6] R. C. Céspedes, A. Vara-Horna, D. Lopez-Odar, I. Santi-Huaranca, A. Diaz-Rosillo, y Z. Asencios-Gonzalez, «Ausentismo, presentismo y rendimiento académico en estudiantes de universidades peruanas», SciELO Peru. Accedido: 31 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-79992018000100003
- [7] uPlanner, «8 Causas de deserción estudiantil en la educación superior», uPlannner. Accedido: 31 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://uplanner.com/es/8-causas-de-desercion-estudiantil-en-la-educacion-superior/>
- [8] Ministerio de Educación Nacional, «Deserción escolar en Colombia: Análisis, determinantes y Política de acogida, bienestar y permanencia», p. 147, jul. 2022.
- [9] Ministerio de Educación Nacional, «DESERCIÓN ESCOLAR EN COLOMBIA: ANÁLISIS, DETERMINANTES Y POLÍTICA DE ACOGIDA, BIENESTAR Y PERMANENCIA», 2022.
- [10] A. Gaviria, «Universidades públicas se comprometen a generar 60.000 nuevos cupos de educación superior en el 2023», 26 de enero de 2023. Accedido: 31 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.mineducacion.gov.co/portal/salaprensa/Comunicados/413728:Universidades-publicas-se-comprometen-a-generar-60-000-nuevos-cupos-de-educacion-superior-en-el-2023>
- [11] L. T. M. Chalpartar Nasner, A. M. Fernández Guzmán, S. Betancourth Zambrano, y Y. A. Gómez Delgado, «Deserción en la población estudiantil universitaria durante la pandemia, una mirada cualitativa», *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, n.º 66, pp. 37-62, ago. 2022, doi: 10.35575/rvucn.n66a3.
- [12] C. B. Muñoz Villanueva, "Algoritmos de reconocimiento facial mediante aprendizaje automático para la identificación de personas en una institución educativa de Pasco - 2021", Tesis de grado, Dep. de Ing. de Sist. y Computación, Univ. Nac. Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco, Perú, 2022.

- [13] A. Amaya-Amaya, F. Huerta-Castro, y C. O. Flores-Rodríguez, "Big Data, una estrategia para evitar la deserción escolar en las IES", Rev. Iber. Educ. Super., vol. XI, 2020. Acceso: sep. 20, 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2020.31.712>
- [14] J. H. Avilés Valencia, M. G. Centeno Alomoto, M. L. Encarnación Umatambo, y W. A. Trujillo Quinto, "Construcción de una app nativa Android para la detección facial de emociones usando técnicas de inteligencia artificial", Pro Sciences: Rev. Prod. Cienc. Investig., vol. 6, Acceso: sep. 20, 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss45.2022pp52-61>
- [15] A. Paricela Canazas, J. J. Ramos Blaz, P. D. Torres Martínez, y X. Jaquehua Mamani, "Sistema de identificación de emociones a través de reconocimiento facial utilizando inteligencia artificial," Tesis de grado, Fac. Ing., Univ. Nac. de San Agustín, Arequipa, Perú, 2022.
- [16] J. E. M. Reyes Campos, C. S. Castañeda Rodríguez, L. D. Alva Luján, y A. C. Mendoza de los Santos, "Sistema de reconocimiento facial para el control de accesos mediante Inteligencia Artificial," Tesis de grado, Fac. Ing., Univ. Nac. de Trujillo, Arequipa, Perú, 2023. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=673874721016>
- [17] M. L. Flórez Rojas y A. M. Camelo Pimienta, "Tecnologías de reconocimiento facial en Colombia: análisis comparativo en relación con la protección de datos," Revista Ius et Praxis, vol. 29, Colombia, 2023. Disponible en: <https://www.redalyc.org>
- [18] C. C. Andeotti Callejas y L. V. Suárez Bejarano, "Sistema de reconocimiento facial en cajeros automáticos como parámetro de seguridad adicional para transacciones en Colombia", Tesis de especialización, Dpto. de Ingeniería, Univ. Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, 2021.
- [19] L. F. Beltrán Roa, A. L. Acevedo Caballero, R. Cabrejo Bernal, y J. F. Varón Quintero, "Creación de un sistema de alertas tempranas para prevenir la deserción estudiantil en la Facultad de Ciencias Sociales y Empresariales de la UPC", Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Sociales y Empresariales, Univ. Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia, 2023.
- [20] A. Tejeda, J. Ferrans, R. Navarro, y C. Ripoll, «Sistema de reconocimiento facial para asistentes a estadios de futbol», IEEE, Barranquilla, jul. 2020. [En línea]. Disponible en: <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identic>
- [21] C. E. Márquez De La Hoz y M. Sandoval Acosta, «Estrategias didácticas con el uso de Inteligencia Artificial para detectar emociones de los estudiantes durante el aprendizaje en entornos virtuales», Barranquilla, 2024.
- [22] A. G. Cuantin Vallejo, «Relación entre ansiedad y estrés académico en los estudiantes de noveno y décimo semestre del Programa de Psicología de la Universidad CESMAG de San Juan de Pasto», Universidad Cesmag, San Juan de Pasto, 2024.
- [23] D. M. Rodriguez Pabón, R. V. Zarama Moreno, y F. A. Mosquera Navia, «Condiciones sociales, familiares y económicas de Estudiantes Madres Cabeza de Familia de UNIMINUTO Pasto y su papel frente a la deserción universitaria», Pasto, 2020.

- [24] C. A. Cuastumal Crucerira y D. G. Ordóñez Guasmayán, «Relación entre Ansiedad (Estado – Rasgo) y Habilidades Sociales en Estudiantes de Psicología de Quinto, Sexto y Séptimo Semestre de la Universidad CESMAG de la Ciudad de Pasto.», Universidad Cesmag, San Juan de Pasto, 2023.
- [25] M. A. Burgos Flóres, K. J. Ruales Suárez, Y. E. Bastidas García, y C. M. Córdoba Segovia, «Determinantes probabilísticos del riesgo de deserción en las Universidades de Nariño y del Valle (Colombia) a partir de los registros establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (2007-2017).», *CULTURA EDUCACIÓN Y SOCIEDAD*, vol. 11, n.º 1, pp. 117-126, mar. 2020, doi: 10.17981/cultedusoc.11.1.2020.08.
- [26] C. B. Sixto Enrique, A. Méndez Porras, A. M. Santacruz Madroñero, A. A. Díaz Toro, y Á. J. Cervelón Bastidas, «Sistema de reconocimiento facial y de emociones aplicado a la educación básica y media de una institución educativa en Colombia con herramientas de la 4RI», Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI, San Juan de Pasto, sep. 2023. doi: 10.26507/paper.3342.
- [27] Ministerio de Educación Nacional, *Guía para la implementación del modelo de gestión de permanencia y graduación estudiantil en instituciones de educación superior*. 1^a ed. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2015.
- [28] A.M Murillo Zabala, P Jurado de los Santos, “*Permanencia estudiantil: Factores que inciden en el Politécnico Internacional de Bogotá, Colombia*”, Revista Electrónica Educare Vol. 25, Costa Rica, 2021. Acceso: sep.30, 2024 [En línea]. Disponible <http://doi.org/10.15359/ree.25-1.6>
- [29] K. Roberts y C. Rosselot, "Experiencia de acompañamiento a estudiantes para la permanencia en la educación superior desde una perspectiva Socioeducativa: el caso de la Universidad de Santiago de Chile," Tesis de grado, Dpto. de Educación, Univ. de Santiago de Chile, Santiago, Chile, 2019.
- [30] B. R. Buceta Martín, *Propuesta de unidad didáctica sobre las emociones en educación infantil*. Tesis de grado, Dpto. de Educación, Univ. de Sevilla, Sevilla, España, 2019.
- [31] R. Bisquerra. et al, *¿Cómo educar las emociones? La inteligencia emocional en la infancia y la adolescencia*, 1^a ed. Barcelona, España: Faros Sant Joan de Déu, 2020. Acceso en: oct. 10, 2024. [En línea]. Disponible: www.faroshshd.net
- [32] V. Benavidez y R. Flores, "La importancia de las emociones en la neuro didáctica", Tesis de maestría, Dpto. de Educación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador, 2019. Acceso en: sep. 30, 2024. [En línea]. Disponible. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/wimblu/article/view/35935/36685>
- [33] K. G. Leperski, *El paradigma de las emociones básicas y su investigación. Hacia la construcción de una crítica*, en *IX Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología, XXIV Jornadas de Investigación, XIII Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR*, Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.aacademica.org/000-067/146>

- [34] D. Narváez *et al.*, "¿Qué son los sentimientos?", Universidad Los Leones, 2015. Acceso en: sep. 30, 2024. [En línea]. Disponible: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Universidad+Los+Leones.+11+de+Julio+del+a%C3%B1o+2015+que+son+los+sentimientos&btnG=
- [35] D. Buitrago, "La emoción y el sentimiento: más allá de una diferencia de contenido," *Digitalum*, n.º 26, pp. 1-12, 2021. Universitat Oberta de Catalunya y Universidad de Antioquia. Acceso en: sep. 30, 2024. [En línea]. Disponible: <https://dx.doi.org/10.7238/d.0i26.374140>
- [36] J. F. Ávila-Tomás, M. A. Mayer-Pujadas, y V. J. Quesada-Varela, "La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: introducción y antecedentes a la IA y robótica," *Elsevier*, 11 de julio, 2020. Madrid Acceso en: sep. 30, 2024. [En línea]. Disponible: www.elsevier.es/ap
- [37] A. Garrell y L. Guilera, *La Industria 4.0 en la sociedad digital*, 1ª ed. Madrid, España: Editorial UOC, 2019, pp. 51 Acceso en: sep. 30, 2024. [En línea]. Disponible: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=YnSIDwAAQBAJ>
- [38] J. Cuello Navarro, C. Barraza Peña y J. Escoria-Gutierrez, "Una revisión de los métodos de deep learning aplicados a la detección automatizada de la retinopatía diabética" *Revista Sextante*, vol. 23, pp. 12–27, 2020.
- [39] J. Berger, A. Tamada, y R. Feltan, "Aplicación móvil para la identificación de variedades de *Manihot esculenta Crantz* cultivadas en Misiones mediante técnicas de deep learning," en *XI Congreso de AgroInformática*, 2019, Salta, Argentina. Acceso en: sep. 30, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/88091>
- [40] H. García y G. Barrado, "Trabajo de Fin de Grado: Comparación del Desempeño de *Transfer Learning* en *Transformers* Visuales para la Clasificación de Imágenes de Satélite", Tesis de grado, Dpto. Ingeniería Informática, Univ. Politéc. de Madrid, Madrid, España, 2024.
- [41] J. Taco Paredes, "Diseño e Implementación de una Funcionalidad de Fusión de Ficheros de *Transfer Learning* en un Modelo de Aprendizaje para la Navegación con Drones", Tesis de grado, Dpto. Ingeniería Informática, Univ. Politéc. de Madrid, Madrid, España, 2022.
- [42] Á. Artola Moreno, "Clasificación de imágenes usando redes neuronales convolucionales en Python", Tesis de grado, Dpto. Teoría de la Señal y Comunicaciones, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Univ. de Sevilla, Sevilla, España, 2019.
- [43] M. A. García, "Data Augmentation para la clasificación automática de calidad vocal", Tesis de Doctorado, Grupo de Inteligencia Artificial, Fac. Regional Córdoba, Univ. Tecnológica Nacional, Argentina, 2020. Acceso: sep. 30, 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.33414/ajea.5.748.2020>
- [44] C. Barrionuevo, J. Ierache, e I. Sattolo, "Reconocimiento de emociones a través de expresiones faciales con el empleo de aprendizaje supervisado aplicando regresión logística", en *Actas de las Jornadas y Eventos Académicos de UTN, CACIC 2020*, Buenos Aires, Argentina, 2020.

- [45] O. E. Gualdrón, O. M. Duque Suárez, y M. A. Chacón Rojas, «Diseño de un sistema de reconocimiento de rostros mediante la hibridación de técnicas de reconocimientos de patrones, visión artificial e IA, enfocado a la seguridad e interacción robótica social», Norte de Santander, nov. 2013.
- [46] Manuela Viviana Chacón Chamorro, «Estudio de la reducción del sobreajuste en arquitecturas de redes neuronales residuales ResNet en un escenario de clasificación de patrones», 2023.
- [47] A. H. Ramón Orlando, «Requerimientos para perfeccionar el preprocesamiento de datos en ViBlioSOM Software», 2012.
- [48] M. Sambare, «FER-2013». Accedido: 6 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.kaggle.com/datasets/msambare/fer2013>
- [49] P. Haya, «La metodología CRISP-DM en ciencia de datos - IIC». Accedido: 26 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.iic.uam.es/innovacion/metodologia-crisp-dm-ciencia-de-datos/>
- [50] D. Caceres Solis, «Datasets: Qué son y cómo acceder a ellos». Accedido: 2 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://openwebinars.net/blog/datasets-que-son-y-como-acceder-a-ellos/>
- [51] A. Paricela Canazas, J. J. Ramos Blaz, y P. D. Torres Martínez, «Sistema de identificación de emociones a través de reconocimiento facial utilizando inteligencia artificial», ulasalle innovación y software. Accedido: 2 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6738/673870841013/>
- [52] G. Burgos Mantilla *et al.*, *Deserción estudiantil en la educación superior Colombiana*. 2009. [En línea]. Disponible en: www.mineducacion.gov.co
- [53] P. Trujillo Ramirez, M. Luz Ortiz, M. Carrasco, G. Herrera, y C. Martinez, «Satisfacción laboral y desempeño académico universitario», vol. 7, n.º 2, 2020, doi: 10.29156/INTER.7.2.8.
- [54] C. Espinoza, «indicadores de desempeño y elementos claves en el acompañamiento para la retención de estudiantes iniciales», 2020.
- [55] C. A. Ramos, “Los paradigmas de la investigación científica,” *Avances en Psicología Latinoamericana*, vol. 23, no. 1, pp. 9–17, ene. 2015. Acceso en: oct. 01, 2024. [En línea]. Disponible: <https://revistas.unife.edu.pe/index.php/avancesenpsicologia/article/view/167>
- [56] A. J. Quijano Vodniza, *Guía de investigación cuantitativa*, 1^a ed., San Juan de Pasto, Colombia: Institución Universitaria CESMAG, 2009
- [57] M. Canales, W. Paucar, y N. Juipa, «Método de investigación para ingenierías basado en la metodología de la investigación científica», Perú, Tingo María - Peru, sep. 2017.
- [58] A. Muguiria, «Diseño de investigación. Elementos y características». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/diseno-de-investigacion/>

- [59] SafetyCulture, «Diseño de Experimentos (DoE): Método para optimizar los resultados». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://safetyculture.com/es/temas/diseno-de-experimentos/>
- [60] Universidad Cesmag, «TAU en línea – Universidad CESMAG». Accedido: 27 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.unicesmag.edu.co/tau/>
- [61] Saraí Aguilar-Barojas, “Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud,” *Salud en Tabasco*, vol. 11, no. 1–2, pp. 333–338, 2025, Accessed: Sep. 15, 2025. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- [62] FasterCapital, «Importancia De Los Experimentos Controlados - FasterCapital». Accedido: 28 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://fastercapital.com/es/tema/importancia-de-los-experimentos-controlados.html>
- [63] J. M. Ph.D and E. Kavlakoglu, “Aumento de datos,” *Ibm.com*, May 07, 2024. <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/data-augmentation> (accessed Aug. 25, 2025).

ANEXOS

Anexo A Solicitud de colaboración docente y asignación de espacio para registro investigativo

San Juan de Pasto, 26 de septiembre de 2025

Mg:

Marleny López Bastidas

Directora del Programa de Ingeniería de Sistemas
Universidad CESMAG

Asunto: Solicitud de colaboración docente y asignación de espacio para registro investigativo.

En el marco del proyecto titulado “EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE UN MODELO DE RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE EMOCIONES EN CONTEXTOS ACADÉMICOS SIMULADOS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR”, ligado a la línea de investigación en inteligencia artificial en cuanto a visión artificial, nos permitimos solicitar de manera respetuosa la colaboración de los docentes que se relacionan en la tabla adjunta, con el fin de facilitar el proceso de registro experimental que hace parte de la fase metodológica de la investigación.

La muestra seleccionada en nuestro trabajo de grado corresponde a aproximadamente 191 estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas, distribuidos en diferentes semestres. Para tal fin, resulta necesario contar con la autorización y disponibilidad de los espacios académicos en los horarios correspondientes, de modo que se pueda realizar el registro con la plataforma diseñada, lo cual permitirá capturar información de reconocimiento facial en condiciones controladas para el análisis investigativo. Es preciso resaltar que se cuenta con el respaldo de la asesora del proyecto Mag. Dalila Pachajoa. A continuación relacionamos los docentes con su semestre y horario.

Semestre	Docente	Día y hora
10	Marleny Lopez	Jueves – 4 pm
9AM	Joan Ayala	Viernes – 7:30 am
9EN	Dalila Pachajoa	Miércoles 6:15 pm
8EN	Magda Calvache	Lunes 6:15 pm
8AM	Héctor Mora	Martes 9:30 am
7AM	Joan Ayala	Lunes 8:40 am
7EN	Martha Buritica	Jueves 6:30
6AM	Magda Calvache	Lunes 10:20 am
6EN	Yanira Benavides	Jueves 6:15 pm

Agradecemos de antemano la disposición de los docentes y de la Dirección del Programa para facilitar este ejercicio investigativo, el cual aportará significativamente a la validación técnica del modelo desarrollado.

Cordialmente,

Plinio Julian Alvarez Alvarez
Estudiante
Programa de Ingeniería de Sistemas
Universidad CESMAG

Alan David Portilla Castillo
Estudiante
Programa de Ingeniería de Sistemas
Universidad CESMAG

Rev. Mg. Dalila Pachajoa – Docente asesora



Anexo B Consentimiento Informado para el uso de imágenes en el proyecto de investigación

Título del proyecto:

Evaluación experimental de un modelo de reconocimiento automático de emociones en contextos académicos simulados en la educación superior

Investigadores:

Plinio Julian Alvarez Alvarez y Alan David Portilla Castillo

Programa de Ingeniería de Sistemas

Universidad CESMAG

Descripción del Proyecto

El presente proyecto desarrolla un sistema de reconocimiento automático de emociones mediante técnicas de visión artificial, donde se requiere la captura de imágenes faciales de estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas, para el análisis y procesamiento de datos a través de algoritmos de reconocimiento de emociones.

Uso de los Datos

Las imágenes capturadas serán tratadas de manera confidencial y solo se utilizarán con fines de investigación académica dentro del marco de este proyecto. Las imágenes y cualquier otro dato personal recolectado serán utilizados exclusivamente para el desarrollo y validación del sistema de reconocimiento de emociones de los estudiantes en el aula.

Protección y Almacenamiento de Datos

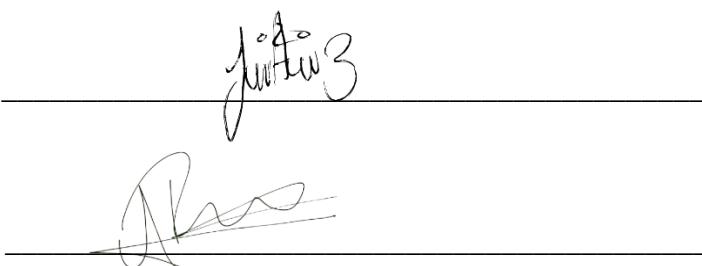
Los datos recolectados serán almacenados de manera segura y sólo podrán ser accedidos por los investigadores responsables. La información se mantendrá en confidencialidad y, una vez finalizado el proyecto, se almacenarán todas las imágenes y datos personales recolectados.

Declaración de Consentimiento

Mediante la firma de este documento, declaro que he leído y comprendido la información proporcionada anteriormente sobre el proyecto de investigación titulado Evaluación experimental de un modelo de reconocimiento automático de emociones en contextos académicos simulados en la educación superior. Asimismo, doy mi consentimiento para la recolección y uso de mis datos faciales en este estudio, entendiendo los propósitos, beneficios y mis derechos como participante.

Estos datos serán alojados en nuestra red y/o infraestructura corporativa de manera segura y serán tratados conforme a nuestra política de tratamiento de datos personales para uso de carácter académico exclusivamente. Nuestras políticas pueden ser consultadas en el sitio WEB: <https://www.unicesmag.edu.co/recursos/uploads/2022/11/politicas-tratamiento-datos-UNICESMAG.pdf>. Usted tiene derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir sus datos personales. Si tiene alguna pregunta sobre este aviso de privacidad o sobre el tratamiento de sus datos personales, por favor contáctenos a través del correo correspondencia@unicesmag.edu.co.

Firma de encargados de investigación:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. A. J. T. W. B.", is placed over two horizontal lines. The top line corresponds to the question about investigators' signatures, and the bottom line corresponds to the question about the principal investigator's signature.

Anexo C Autorización inicial por parte del Programa de Ingeniería de Sistemas para llevar a cabo la investigación

San Juan de Pasto, 26 de noviembre de 2024

Señores

DIRECTOR DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y ASESOR DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN Y GOBIERNO DE DATOS

UNIVERSIDAD CESMAG

ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA LLEVAR A CABO INVESTIGACIÓN

Saludo de Paz y Bien.

Por medio de la presente otorgo mi autorización para que se lleve a cabo la investigación titulada: “EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE UN MODELO DE RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE EMOCIONES EN CONTEXTOS ACADÉMICOS SIMULADOS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR”, la cual será desarrollada por los estudiantes PLINIO JULIAN ALVAREZ ALVAREZ y ALAN DAVID PORTILLA CASTILLO, actualmente cursando octavo semestre del programa de Ingeniería de Sistemas.



Carlos Fernando Gonzales Guzmán

Firma del director del programa de ingeniería de sistemas
Universidad CESMAG



M.Sc. ANDRES CASANOVA

Firma de asesor de seguridad de la información
y gobierno de datos
Universidad CESMAG

Anexo D Resultados de la aplicación del modelo y firmas del consentimiento informado

En este anexo se presentan los resultados obtenidos durante la aplicación del modelo de reconocimiento automático de emociones, junto con las firmas de consentimiento informado de los participantes que hicieron parte del trabajo de campo. Dicha información se encuentra disponible para su consulta en el siguiente enlace, que contiene los documentos y registros digitales correspondientes al proceso de recolección y validación de datos:

Dada la extensión y confidencialidad de los datos, este material se encuentra disponible en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1_1XpbdlI4at_0SIVQLXTME2J6PKwVIQg?usp=sharing

Este anexo constituye evidencia complementaria del trabajo experimental realizado, en el cual se validó la detección de emociones en estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad CESMAG, garantizando el cumplimiento de los principios éticos y la confidencialidad de la información obtenida.



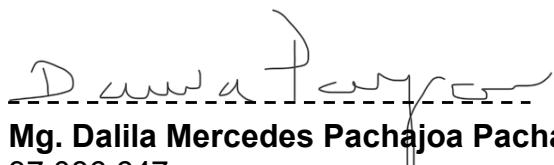
San Juan de Pasto, 14 de enero 2026

Biblioteca
REMIGIO FIORE FORTEZZA OFM. CAP.
Universidad CESMAG
Pasto

Saludo de paz y bien.

Por medio de la presente se hace entrega del Trabajo de Grado / Trabajo de Aplicación denominado **Evaluación experimental de un modelo de reconocimiento automático de emociones en contextos académicos simulados en la educación superior**, presentado por el (los) autor(es) **Plinio Julian Alvarez Alvarez** y **Alan David Portilla Castillo** del Programa Académico Ingeniería de sistemas al correo electrónico biblioteca.trabajosdegrado@unicesmag.edu.co. Manifiesto como asesor(a), que su contenido, resumen, anexos y formato PDF cumple con las especificaciones de calidad, guía de presentación de Trabajos de Grado o de Aplicación, establecidos por la Universidad CESMAG, por lo tanto, se solicita el paz y salvo respectivo.

Atentamente,


Mg. Dalila Mercedes Pachajoa Pachajoa

37.086.647
Ingenieria de Sistemas
3154905682
dmpachajoa@unicesmag.edu.co



INFORMACIÓN DEL (LOS) AUTOR(ES)	
Nombres y apellidos del autor: Plinio Julian Alvarez Alvarez	Documento de identidad: 1.087.027.534
Correo electrónico: pj.alvarez.7534@unicesmag.edu.co	Número de contacto: 3175979662-3152205548
Nombres y apellidos del autor: Alan David Portilla Castillo	Documento de identidad: 1.001.119.062
Correo electrónico: adportilla.9062@unicesmag.edu.co	Número de contacto: 315 3822607
Nombres y apellidos del asesor: Dalila Mercedes Pachajoa Pachajoa	Documento de identidad: 37.086.647
Correo electrónico: dmpachajoa@unicesmag.edu.co	Número de contacto: 3154905682
Título del trabajo de grado: Evaluación experimental de un modelo de reconocimiento automático de emociones en contextos académicos simulados en la educación superior	
Facultad y Programa Académico: Ingeniería, Ingeniería de sistemas	

En mi (nuestra) calidad de autor(es) y/o titular (es) del derecho de autor del Trabajo de Grado o de Aplicación señalado en el encabezado, confiero (conferimos) a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado en el repositorio institucional. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento, abarca las siguientes características:

- a) La autorización se otorga desde la fecha de suscripción del presente documento y durante todo el término en el que el (los) firmante(s) del presente documento conserve (mos) la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que deje (mos) de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el Trabajo de Grado o de Aplicación, me (nos) comprometo (comprometemos) a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de mi(nuestra) parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del Trabajo de Grado o de Aplicación dentro del repositorio institucional. Conozco(conocemos) que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la petición, para desmarcar la visualización del Trabajo de Grado o de Aplicación del repositorio institucional.



- b) Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el Trabajo de Grado o de Aplicación en formato digital y teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, acepto(amos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación circulará con un alcance mundial.
- c) Acepto (aceptamos) que la autorización que se otorga a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, renuncio(amos) a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el Trabajo de grado o de Aplicación.
- d) Manifiesto (manifestamos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que ostento(amos) los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, asumo(asumimos) toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndose indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de la misma. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre de(los) autor(es) y la fecha de publicación.
- e) Autorizo(autorizamos) a la Universidad CESMAG para incluir el Trabajo de Grado o de Aplicación en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo autorizo (autorizamos) a la Universidad CESMAG para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

NOTA: En los eventos en los que el trabajo de grado o de aplicación haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autor(es) garantizo(amos) que he(hemos) cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejo(dejamos) constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

Como consecuencia de lo anterior, autorizo(autorizamos) la publicación, difusión, consulta y uso del Trabajo de Grado o de Aplicación por parte de la Universidad CESMAG y sus usuarios así:

- Permito(permitimos) que mi(nuestro) Trabajo de Grado o de Aplicación haga parte del catálogo de colección del repositorio digital de la Universidad CESMAG por lo tanto, su contenido será de acceso abierto donde podrá ser consultado, descargado y compartido con otras personas, siempre que se reconozca su autoría o reconocimiento con fines no comerciales.

En señal de conformidad, se suscribe este documento en San Juan de Pasto a los 14 días del mes de enero del año 2026

Nombre del autor: Plinio Julian Alvarez Alvarez	Nombre del autor: Alan David Portilla Castillo
 Firma del asesor Nombre del asesor: Dalila Mercedes Pachajoa Pachajoa	