IDEAS

Innovation & Development in Engineering and Applied Science

Journal homepage:
https://revistasojs.utn.edu.ec/index.php/ideas

Herramienta basada en IA para apoyar el diagnóstico emocional infantil a través de dibujos

AI-Based tool to support emotional diagnosis in children through drawings

Pablo Cevallos-Cadena[a], Pamela Imbaquingo-Carlosama[a], Becker Velalcazar-Villota[a] Dennis Morales-Quespaz[a], Fabián Cuzme-Rodríguez[a]

[a]Universidad Técnica del Norte

Recibido/Received: 2025-05-10
Aceptado/Accepted: 2026-02-24
Publicado/Published: 2026-07-31
Autor de correspondencia: fgcuzme@utn.edu.ec
DOI: https://doi.org/10.53358/ideas.v8i2.1277
Copyright: CC BY 4.0

PALABRAS CLAVES:

Inteligencia artificial; Dibujos infantiles; Detección de emociones.

RESUMEN

El presente artículo expone el desarrollo de una herramienta tecnológica basada en inteligencia artificial para el análisis de dibujos infantiles, con el fin de apoyar a terapeutas en la detección de emociones en niños de 5 a 7 años. La solución se implementa a través de una aplicación móvil desarrollada en MIT App Inventor, la cual captura imágenes de los dibujos y las envía a un servidor Flask alojado en una Raspberry Pi para su procesamiento. La herramienta emplea el modelo de color HSV para analizar los colores utilizados por los niños y, mediante una API de ChatGPT (OpenAI), generar diagnósticos preliminares sobre su estado emocional. El sistema está diseñado para optimizar la detección temprana de patrones emocionales, facilitando el trabajo de terapeutas y padres en la comprensión del bienestar psicológico infantil. Este proyecto representa una contribución al ámbito de la comunicación multimedia y el procesamiento de datos aplicados a la salud mental infantil.

KEYWORDS:

Artificial intelligence; Children's drawings; Emotion detection.

ABSTRACT

This article presents the development of a technological tool based on artificial intelligence for the analysis of children's drawings, in order to support therapists in the detection of emotions in children aged 5 to 7 years. The solution is implemented through a mobile application developed in MIT App Inventor, which captures images of the drawings and sends them to a Flask server hosted on a Raspberry Pi for processing. The tool uses the HSV color model to analyze the colors used by children and, through the ChatGPT API (OpenAI), generate preliminary diagnoses about their emotional state. The system is designed to optimize the early detection of emotional patterns, facilitating the work of therapists and parents in understanding children's psychological well-being. This project represents a contribution to the field of multimedia communication and data processing applied to children's mental health.

Cómo citar

P. Cevallos–Cadena, P. Imbaquingo–Carlosama, B. Velalcazar–Villota, D. Morales–Quespaz y F. Cuzme–Rodríguez, "Herramienta basada en IA para apoyar el diagnóstico emocional infantil a través de dibujos," *Innovation & Development in Engineering and Applied Science*, vol. 8, no. 2, p. 18, 2026, https://doi.org/10.53358/ideas.v8i2.1277

1. Introducción

La habilidad infantil para regular apropiadamente las emociones e interactuar positivamente con otros forma parte del desarrollo socioemocional y es clave para la construcción de vínculos saludables y el bienestar general [1]. Las primeras etapas de la vida, los niños aún no han desarrollado completamente su capacidad de expresar sus emociones verbalmente, lo que representa un desafío para padres, docentes y terapeutas a la hora de comprender y atender sus necesidades emocionales [2]. La capacidad de regulación emocional implica la habilidad para controlar comportamientos impulsivos y actuar sobre la base de objetivos y metas cuando se experimentan emociones [3]. En este sentido, el análisis de los dibujos infantiles ha sido una técnica utilizada ampliamente en el ámbito de la psicología infantil, ya que permite obtener información valiosa sobre el estado emocional del niño mediante la interpretación de los colores, formas y patrones utilizados [4].

Por otro lado, el concepto de arte fomenta la capacidad expresiva de los niños/as, fortaleciendo la creatividad y la imaginación, ya que estos juegan un rol fundamental en el proceso aprendizaje [5]. La digitalización y el avance de la inteligencia artificial (IA) han abierto nuevas oportunidades para optimizar este tipo de análisis, permitiendo automatizar el proceso y generar diagnósticos preliminares de forma rápida y accesible ya que, vivir en contextos de violencia de género afecta al ajuste psicosocial de los/las menores y deteriora las competencias parentales de las víctimas [2]. En este contexto, el presente proyecto busca desarrollar una herramienta tecnológica basada en IA que facilite el análisis de dibujos infantiles mediante el uso de un modelo de procesamiento de imágenes [4].

El desarrollo de la herramienta se centra en la implementación de una aplicación móvil que permite a los niños capturar sus dibujos a través de la cámara de un dispositivo móvil [6]. Estas imágenes se envían a un servidor alojado en una Raspberry Pi, donde se procesan utilizando el modelo de color HSV (*Hue, Saturation, Value*), una representación del color que facilita la identificación de tonalidades emocionales mediante la separación en tres componentes: matiz, saturación y brillo [7]. Posteriormente, la información es analizada mediante una API de ChatGPT (OpenAI), un servicio programático que permite generar diagnósticos emocionales preliminares a partir del análisis de colores, usando bases de datos entrenadas con interpretaciones basadas en la teoría del color [8].

De esta manera, se busca proporcionar un soporte adicional a terapeutas, educadores y padres en la identificación de posibles alteraciones emocionales en los niños, lo que permitiría una intervención temprana a los familiares que suponen desafíos que pueden poner en riesgo el bienestar psicológico [9].

Este proyecto es de especial importancia en el contexto actual, donde el uso de herramientas tecnológicas ha cobrado protagonismo en diversos campos, incluyendo la salud mental [10]. Con el auge de la digitalización y el acceso a dispositivos móviles, contar con aplicaciones accesibles y eficientes para el monitoreo del bienestar infantil representa un gran avance en la psicología infantil. Además, la propuesta se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, particularmente con el ODS 3: Salud y Bienestar [11]. Al contribuir con una solución innovadora que mejora la detección y comprensión de las emociones en la infancia [12].

A lo largo de este artículo, se presentarán los fundamentos teóricos que respaldan el uso de la IA en el análisis de dibujos infantiles, así como la metodología utilizada para el desarrollo de la herramienta [13]. Se abordarán también los desafíos técnicos que conlleva la implementación de este sistema, incluyendo la integración de modelos de IA con procesamiento de imágenes y bases de datos locales [1]. Finalmente, se discutirán los resultados obtenidos a partir de las pruebas realizadas, con el objetivo de evaluar la efectividad y precisión del sistema en el diagnóstico emocional de los niños [14].

2. Materiales y métodos

Para garantizar un desarrollo ordenado y estructurado, se seguirá un modelo en cascada, que contempla las siguientes etapas.

En la primera fase, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura sobre el uso de los colores en los dibujos infantiles como herramienta de análisis emocional, así como su integración con tecnologías de IA. Este análisis permitió establecer una base teórica sólida sobre la relación entre los colores y las emociones en los niños, además de explorar cómo la tecnología puede automatizar este proceso. Asimismo, se investigaron metodologías similares aplicadas en contextos terapéuticos, incluyendo avances recientes en procesamiento de imágenes y aprendizaje automático. Se analizaron estudios previos y casos de uso que respaldan la viabilidad del sistema propuesto,

garantizando que el enfoque utilizado esté alineado con investigaciones existentes en el área.

En la segunda fase, se definieron los requisitos técnicos necesarios para la implementación del sistema, abarcando tanto hardware como software. A nivel de hardware, se seleccionó una Raspberry Pi 3 como servidor encargado de procesar las imágenes y gestionar la comunicación con la aplicación móvil. En cuanto al software, se optó por Flask para la implementación del servidor, encargado de recibir, procesar y analizar las imágenes enviadas desde la aplicación. Para el almacenamiento de datos, se utilizó TinyDB, una base de datos ligera que permite guardar imágenes convertidas a Base64 junto con los resultados del análisis. Además, se establecieron protocolos eficientes de comunicación entre la aplicación y el servidor, garantizando una transmisión fluida y compatible de imágenes mediante el formato Base64. Durante esta fase también se definieron métricas de evaluación que permitirían medir la precisión del análisis de colores y la fiabilidad de la interpretación emocional generada por la API de ChatGPT.

En la tercera fase, se procedió con el diseño e implementación del sistema. La aplicación móvil, desarrollada en MIT App Inventor, permite a los usuarios capturar dibujos infantiles y adjuntar metadatos como el nombre del niño y la fecha del análisis. Posteriormente, la imagen es enviada al servidor Flask, donde se procesa en busca de colores predominantes utilizando el modelo de color HSV, previamente descrito en la introducción. Una vez extraída la información cromática, los datos son enviados a la API de ChatGPT, que genera una interpretación emocional según la teoría del color. Toda la información es almacenada en TinyDB, permitiendo la consulta de análisis previos para un seguimiento del desarrollo emocional infantil. Esta fase incluyó la integración de todos los componentes tecnológicos, asegurando la interoperabilidad entre la aplicación móvil, el servidor y la base de datos.

Finalmente, en la cuarta fase, se realizaron pruebas piloto en un entorno controlado para evaluar el funcionamiento extremo a extremo del sistema. Se midieron: (i) la tasa de éxito en la captura y transmisión de imágenes desde la aplicación móvil al servidor, (ii) el tiempo de respuesta extremo a extremo, captura $\rightarrow$ procesamiento $\rightarrow$ interpretación $\rightarrow$ almacenamiento, (iii) la consistencia de la extracción de colores predominantes en HSV comparada con la verificación manual, y (iv) la usabilidad de la interfaz mediante retroalimentación guiada. A partir de estos ensayos se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con la normalización de iluminación, el manejo de fallos de conectividad y la optimización del procesamiento concurrente.

Es importante destacar que este proyecto no pretende reemplazar la labor de los terapeutas, sino proporcionar una herramienta complementaria que facilite la identificación de patrones emocionales en los niños a través del análisis de sus dibujos. Con futuras optimizaciones, esta herramienta podría convertirse en un recurso valioso para su aplicación en entornos terapéuticos y educativos, mejorando el acceso a evaluaciones emocionales tempranas mediante el uso de tecnología.

La Figura 1 muestra el diagrama de bloques del sistema propuesto, en el cual se detallan las fases de captura de la imagen, preprocesamiento cromático, análisis mediante inteligencia artificial, procesamiento en el servidor y visualización de resultados en la aplicación móvil.

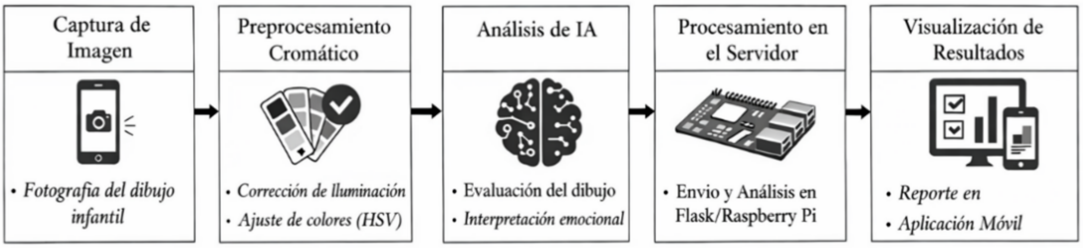

Figura 1: Diagrama de bloques del sistema

2.1. Diseño del sistema

Para el desarrollo del diseño físico del prototipo, se considera la construcción de una carcasa que protegerá la Raspberry Pi, también se utiliza una base de tríplex de 50 cm de ancho y 50 cm de altura que soportará a la imagen juntamente con el soporte de la cámara. La cámara debe ubicarse a una altura de 40 cm para garantizar una centralización dando como resultado un enfoque óptimo al capturar la fotografía.

Diseño de la carcasa para la Raspberry Pi: Para el desarrollo de la carcasa se utiliza el software FUSION 360, el cual permite el desarrollo de objetos en tres dimensiones. Las medidas referenciales del modelado son de 7

cm de ancho, 3 cm de altura y 9 cm de profundidad. Se contempla dejar un espacio disponible para la instalación de un ventilador de un radio de 3 cm, en caso de que la placa se sobrecaliente debido al procesamiento. También se deja el espacio para las conexiones de los pines de 6 cm ancho por 1 cm de profundidad. A su vez se deja el espacio de 3 cm ancho por 4 cm de profundidad para las 4 entradas USB un HDMI. En la Figura 2 se puede apreciar el diseño para la Raspberry.

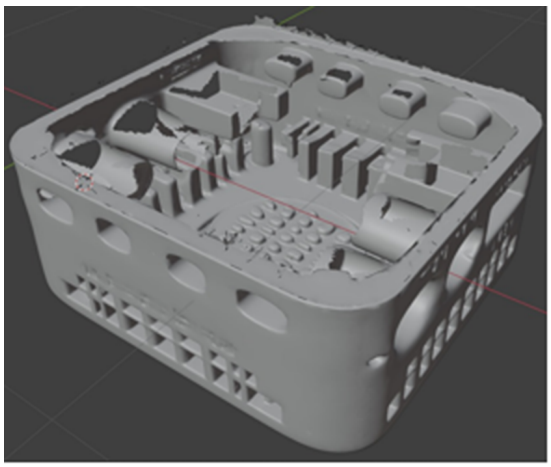

Figura 2: Diseño de la carcasa para la Raspberry

De esta manera, es posible incorporar un soporte para la placa de procesamiento, asegurando que se mantenga fija al soporte en una posición estable. Esto permite una disposición ordenada de los componentes, evitando movimientos que entorpezcan o puedan afectar el funcionamiento. En la Figura 3 se presenta el diseño incorporado con la Raspberry.



Figura 3: Diseño incorporado con la Raspberry

También se requiere una base donde se colocará la imagen. Para garantizar una posición precisa, se delimitarán los bordes, permitiendo centrar la imagen correctamente. Esto asegurará que la cámara capture la fotografía con un mejor enfoque y resultados más precisos. Además, la base deberá ser estable y resistente para evitar movimientos que puedan afectar la calidad de la captura. En la Figura 4, se puede apreciar el lugar en el que se debe colocar el dibujo para tener un mejor enfoque.

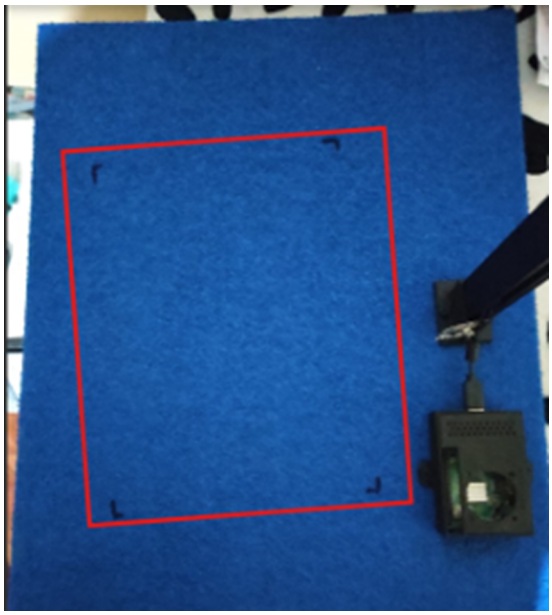

Figura 4: Espacio requerido para la ubicación del dibujo

En la Figura 5 se puede observar el enfoque y la orientación de la imagen. Se coloca unas marcas referenciales donde la imagen debe ser colocada, en la posición indicada para ser capturada correctamente por la cámara.



Figura 5: Fotografía del dibujo

Finalmente, se debe asegurar que la cámara esté ubicada fijamente en el soporte, a una altura adecuada, para lograr un enfoque óptimo de la imagen, estableciendo esta altura en 40 cm.



Figura 6: Altura de la ubicación de la cámara

2.2. Identificación de la API de inferencia basada en IA (ChatGPT)

En este trabajo, el término “API de IA” se refiere específicamente a la API del modelo de lenguaje ChatGPT (OpenAI), utilizada para generar una interpretación textual a partir de variables cromáticas cuantificadas. La imagen no se envía a la API: el servidor procesa localmente la fotografía, segmenta el área de interés y extrae características, por ejemplo, porcentaje de predominancia de colores y componentes HSV. Con estas variables se construye un prompt estructurado y la respuesta se limita a una descripción orientativa para apoyo al terapeuta; por tanto, su uso introduce dependencias de conectividad, latencia y disponibilidad del servicio, discutidas en la sección de limitaciones.

2.3. Descripción del contenido: lógica de eventos y acciones en App Inventor

Para el desarrollo de la aplicación móvil, se ha utilizado la herramienta MIT App Inventor, una plataforma de programación visual que permite crear aplicaciones de manera intuitiva mediante bloques de código.

La lógica de la aplicación se implementó en MIT App Inventor mediante programación por bloques para gestionar los eventos de captura, validación, codificación Base64 y envío de la imagen al servidor. La Figura 7 muestra la programación en bloques utilizada para el desarrollo de la aplicación, donde cada bloque cumple una función específica que permite que la interfaz sea interactiva y responda de manera dinámica a las acciones del usuario.

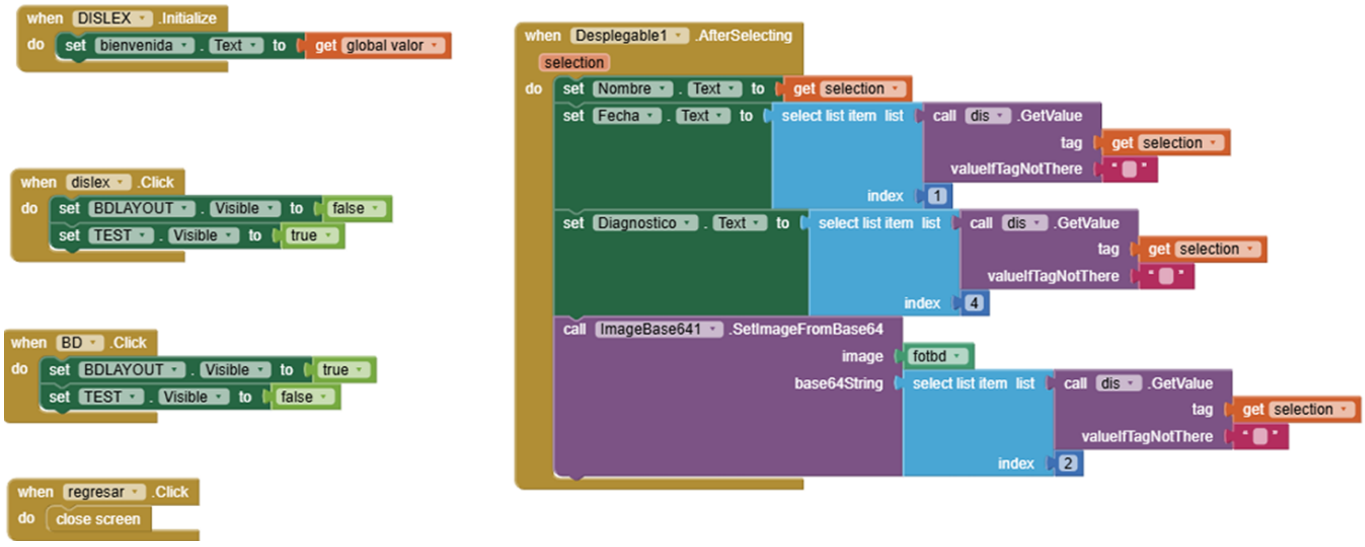

Figura 7: Código de bloques en App Inventor para manejar eventos y acciones

La aplicación sigue una serie de acciones para facilitar su uso e interacción. Al iniciarse, establece los valores iniciales necesarios para su funcionamiento. Cuando el usuario selecciona la opción “DISLEX” o “EQ”, la interfaz muestra secciones adicionales con información relevante para continuar con el proceso. Si el usuario elige “Regress”, la pantalla actual se cierra, permitiendo regresar a la vista anterior.

Además, la aplicación permite seleccionar opciones en un menú desplegable, asignando automáticamente la elección realizada a un sistema de monitoreo. También procesa imágenes, convirtiéndolas a un formato especial (Base64) para su almacenamiento y uso dentro de la aplicación. Todo esto garantiza que la información se gestione correctamente y que el usuario pueda interactuar de manera fluida con la herramienta.

2.4. Descripción del contenido: inicialización de variables globales en App Inventor

El siguiente contenido muestra la inicialización de diversas variables globales en App Inventor, las cuales son esenciales para el almacenamiento y gestión de datos dentro de la aplicación. Estas variables permiten guardar listas vacías y valores iniciales que serán utilizados en la lógica de funcionamiento del sistema.

Entre las variables definidas se incluyen identificadores, nombres, rutas, diagnósticos y otros datos clave para el correcto desempeño de la aplicación. Su correcta inicialización garantiza una adecuada manipulación de la información y optimiza el procesamiento de datos durante la ejecución del programa.

La Figura 8 muestra la definición de las variables y los tipos de datos asignados a cada una, permitiendo una estructura clara y organizada dentro de la aplicación.



Figura 8: Lógica de guardado de datos en App Inventor

En el desarrollo de la herramienta, se incorporan componentes clave que garantizan su funcionamiento óptimo, aunque no sean visibles para el usuario. Uno de estos es el sistema de seguridad, que se encarga de la autenticación de los usuarios, asegurando que solo las aplicaciones legítimas puedan acceder a la plataforma.

Otro elemento fundamental es el procesamiento de imágenes, que permite analizar los dibujos infantiles extrayendo información relevante para su interpretación. Además, la herramienta cuenta con servicios de comunicación multimedia, los cuales gestionan el intercambio de datos entre la aplicación y el servidor, asegurando una transmisión eficiente y estable. Estos componentes trabajan en segundo plano para garantizar un rendimiento fluido y confiable del sistema. A continuación, se especifica como:

El sistema de seguridad implementado en esta aplicación se basa en el uso de autenticación mediante Bearer Token en la cabecera de las solicitudes HTTP. Para ello, se utiliza el componente Web1 de App Inventor, que envía peticiones HTTP aseguradas con un encabezado de autorización. Este mecanismo garantiza que solo los clientes autenticados puedan interactuar con el servidor Flask, protegiendo el acceso a los recursos y datos sensibles.

A través de una aplicación móvil desarrollada en MIT App Inventor, se capturan imágenes de dibujos infantiles, que luego se envían a un servidor Flask alojado en una Raspberry Pi mediante comunicación HTTP, optimizando la transferencia con el formato Base64.

Este proyecto está estrechamente vinculado con los sistemas de comunicaciones multimedia, ya que integra diversas tecnologías para la captura, procesamiento y transmisión de datos en un entorno digital. El análisis de estas imágenes se realiza utilizando el modelo de color HSV en conjunto con una API de ChatGPT, lo que permite identificar patrones emocionales en los dibujos. Además, el sistema almacena los datos en TinyDB, facilitando el acceso rápido y eficiente a la información procesada.

2.5. Arquitectura del sistema

La arquitectura presentada en la Figura 9, representa el flujo de trabajo y los componentes clave involucrados en el análisis de los dibujos realizados por niños, utilizando tecnologías como Flask, procesamiento con Raspberry Pi y modelos de IA.

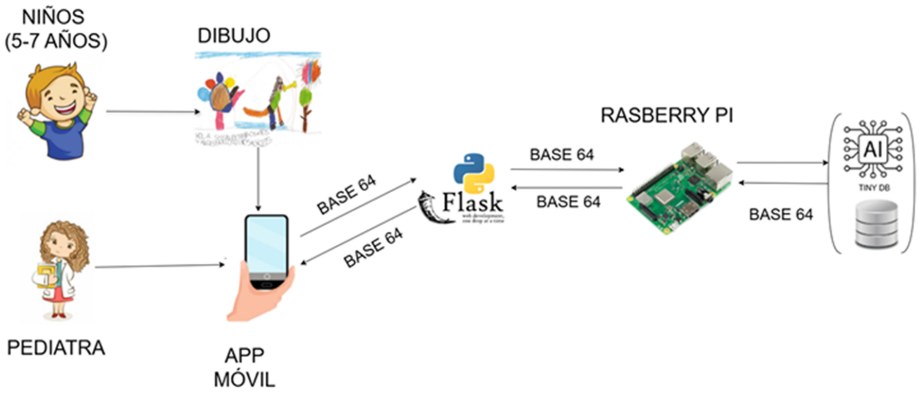

Figura 9: Arquitectura de la herramienta

Niños (5-7 años): Los niños son el núcleo del sistema, ya que su bienestar emocional es el objetivo principal. En este contexto, se considera que los niños de 5 a 7 años aún no poseen la capacidad completa para expresar verbalmente sus emociones, pero pueden reflejarlas a través de actividades creativas como el dibujo. Sus dibujos se convierten en el principal medio de análisis para detectar patrones emocionales que ayuden a comprender mejor su estado psicológico.

Dibujo: El dibujo creado por el niño en papel representa visualmente su estado emocional. Este dibujo será el objeto de análisis en el sistema. Los colores, formas y estilos utilizados contienen información que puede ser interpretada para identificar emociones subyacentes. En el flujo del sistema, el dibujo es capturado por la aplicación móvil y transformado en un formato digital para su procesamiento.

Aplicación Móvil: La aplicación móvil actúa como un puente entre los usuarios, niños y terapeutas, y los

procesos tecnológicos. Cumple varias funciones clave:

- **Captura de imagen:** Utiliza la cámara del dispositivo móvil para digitalizar el dibujo con una resolución predefinida, por ejemplo, 300x400 píxeles.
- **Conversión a Base64:** La imagen capturada se convierte a este formato para facilitar su envío al servidor Flask.
- **Comunicación con el servidor:** Envía la imagen al servidor mediante solicitudes HTTP y, posteriormente, recibe los resultados del análisis para mostrarlos al terapeuta o pediatra.

El Pediatra/Terapeuta: Pediatra o terapeuta utiliza los resultados generados por el sistema para complementar su análisis emocional del niño. La aplicación móvil presenta de forma accesible un diagnóstico preliminar basado en el análisis de los colores del dibujo, lo que permite al profesional tomar decisiones informadas de manera más eficiente.

Servidor Flask (Raspberry Pi). La Raspberry Pi actúa como el servidor central del sistema, donde se procesan los datos enviados por la aplicación móvil. El servidor Flask alojado en la Raspberry Pi tiene varias responsabilidades:

- **Recepción de la imagen:** Recibe las imágenes en formato Base64 enviadas desde la aplicación móvil.
- **Decodificación y reconstrucción:** Decodifica la imagen Base64 y la transforma en un archivo de imagen utilizable.
- **Procesamiento con HSV:** Analiza los colores de la imagen utilizando el modelo HSV para identificar patrones emocionales.
- **Integración con la IA:** Envía los datos al modelo de IA, que genera un diagnóstico emocional preliminar.
- **IA:** Se encarga del análisis avanzado de los datos procesados por el servidor Flask. Este modelo utiliza los colores del dibujo para identificar emociones específicas asociadas con los patrones detectados. Los resultados del análisis son devueltos al servidor Flask, listos para ser almacenados y enviados a la aplicación móvil.

Base de Datos (TinyDB). La base de datos TinyDB funciona como un sistema de almacenamiento ligero para registrar información clave:

- **Imágenes:** Almacena los dibujos enviados por los niños.
- **Diagnósticos:** Registra los resultados generados por la IA, permitiendo mantener un historial accesible.

Este almacenamiento garantiza que los datos estén disponibles para futuras consultas, tanto para seguimiento como para estudios adicionales.

2.6. Implementación tecnología

Implementación Tecnológica. El sistema desarrollado integra diversas tecnologías para la captura, procesamiento y análisis de dibujos infantiles, con el objetivo de identificar patrones emocionales basados en el color. Su arquitectura se compone de una aplicación móvil, un servidor de procesamiento basado en Flask y una base de datos en TinyDB, optimizando la comunicación mediante la conversión de datos en Base64.

Aplicación Móvil (MIT App Inventor). La aplicación móvil fue desarrollada utilizando MIT App Inventor, una plataforma que permite crear aplicaciones para dispositivos Android de manera sencilla mediante programación por bloques [15].

La interfaz de la aplicación incluye pantallas para el inicio de sesión y registro de usuarios, captura de imágenes de los dibujos infantiles y una sección para almacenar y consultar análisis previos. Los usuarios pueden tomar fotografías de los dibujos, que se almacenan localmente y se envían al servidor mediante solicitudes HTTP POST [16].

Aunque la aplicación no permite la edición de imágenes antes de su procesamiento, los resultados pueden consultarse posteriormente en la base de datos de la aplicación. En caso de fallos en la conexión con el servidor, se muestran mensajes de error, aunque no existe un sistema robusto de notificación para el usuario [17].

Servidor Flask en Raspberry Pi. El servidor está implementado en Flask, un microframework de Python que facilita la creación de aplicaciones web ligeras, y se aloja en una Raspberry Pi 3, una computadora de placa única de bajo costo y tamaño reducido [17].

El servidor recibe las imágenes enviadas por la aplicación móvil en formato Base64 y extrae los colores predominantes utilizando el modelo de color HSV, que descompone la imagen en matiz, saturación y brillo para identificar los colores presentes. En lugar de enviar las imágenes a la API de ChatGPT, se genera un prompt con los valores de color detectados, el porcentaje de presencia de cada uno y otros parámetros extraídos del análisis. Este prompt se envía a la API, que devuelve una interpretación emocional basada en la teoría del color [18].

El servidor no cuenta con un mecanismo para manejar múltiples solicitudes simultáneamente, lo que puede generar retrasos si se procesan varias imágenes al mismo tiempo. Sin embargo, incluye medidas de seguridad mediante autenticación con tokens, asegurando que solo dispositivos autorizados puedan realizar solicitudes [19]. Además, registra errores y actividades en archivos de logs, identificando respuestas correctas (200 OK) y posibles fallos (404 Not Found, entre otros).

Base de Datos (TinyDB). El sistema utiliza TinyDB, una base de datos NoSQL orientada a documentos que se almacena en un solo archivo de JSON, para el almacenamiento local de los análisis realizados [19]. Se registran datos como la fecha y hora del análisis, el usuario registrado en la aplicación, el identificador del paciente (apodo) y la interpretación emocional generada por la API de ChatGPT. Desde la aplicación, los usuarios pueden consultar análisis previos, lo que permite hacer un seguimiento del historial emocional basado en los dibujos analizados.

Consideraciones éticas y validación con expertos. Dado que el estudio se orienta a la valoración emocional infantil, la recolección y uso de dibujos de menores se realizó bajo criterios de protección y confidencialidad. Se obtuvo consentimiento informado de padres/tutores y asentimiento de los participantes, garantizando que la participación fue voluntaria y sin repercusiones. Los datos fueron seudonimizados, evitando el registro de nombres u otros identificadores directos; cada muestra se codificó mediante un identificador y se aplicaron controles de acceso y cifrado en reposo para el almacenamiento. La herramienta se presenta como apoyo a la valoración y no reemplaza el juicio clínico. Para la validación, las interpretaciones de referencia fueron realizadas por especialistas en psicología infantil/terapia, empleando una guía común de criterios; se cuantificó la consistencia mediante acuerdo interevaluador y las discrepancias se resolvieron por consenso. Este procedimiento fortalece la confiabilidad de las etiquetas y permite evaluar la estabilidad del sistema en condiciones controladas.

Uso de material de referencia y fuente de datos. Para la validación técnica preliminar del flujo captura–procesamiento –interpretación se utilizaron ejemplos de dibujos disponibles públicamente en ConMisHijos.com como material de referencia. En el manuscrito se aplicó anonimización, por ejemplo, “Niño 1...Niño n”, y no se incluye información identificable. Dado que la disponibilidad pública no necesariamente implica una licencia de reutilización editorial, el artículo emplea estos ejemplos únicamente con fines demostrativos y prioriza la presentación de métricas derivadas, porcentajes de predominancia cromática y variables HSV, en lugar de redistribuir el contenido original. En caso de que la política editorial requiera autorización explícita para la reproducción de imágenes de terceros, estas serán sustituidas por un conjunto de muestras con permisos formales, recolección propia con consentimiento o material con licencia abierta, manteniendo inalterado el procedimiento técnico del análisis.

3. Resultados

Para evaluar la efectividad del sistema, se realizaron pruebas utilizando dibujos infantiles obtenidos de fuentes públicas. Se compararon los resultados del análisis cromático con metodologías tradicionales basadas en la observación de especialistas. En estos métodos convencionales, la interpretación de los dibujos depende de la experiencia del terapeuta, mientras que el sistema propuesto ofrece un análisis sistemático, minimizando sesgos humanos.

3.1. Pruebas del sistema

Para evaluar la efectividad del sistema, se realizaron pruebas utilizando dibujos infantiles obtenidos de fuentes públicas, específicamente de la colección de ilustraciones disponibles en ConMisHijos.com. Se seleccionaron cinco dibujos creados por niños de entre 5 y 7 años, asegurando una variedad en el uso de colores y estilos para evaluar la precisión del análisis cromático y la interpretación emocional generada.

En las Figuras 10 hasta la Figura 12 se indican los dibujos que fueron analizados mediante la herramienta, en los cuales se detalla el participante. Los dibujos utilizados en las pruebas se muestran a continuación.



Figura 10: Dibujo de una mariposa, realizado por el participante A



Figura 11: Dibujo de un arcoíris con flores, realizado por el participante B



Figura 12: Dibujo de dos personajes, realizado por el participante C

Como se muestra en la Tabla 1, los colores predominantes en los dibujos infantiles presentan una correlación directa con las emociones identificadas por el sistema. El dibujo de María Salas, por ejemplo, muestra una predominancia de tonos cálidos, rojo y amarillo, lo que se asocia con entusiasmo y energía. Por otro lado, el dibujo de Jan Estrada, que contiene tonos azules y verdes, refleja seguridad emocional y equilibrio.

Tabla 1: Colores detectados e interpretaciones emocionales

Dibujo	Edad del niño	Colores detectados	Interpretación emocional	Observaciones
Mariposas	7 años	Rojo, amarillo, rosa, negro	Energía, entusiasmo, optimismo	Matiz de calma
Arcoíris	5 años	Azul, verde, amarillo, morado	Seguridad emocional	Buena distribución de colores
Personajes	6 años	Rojo, amarillo, verde	Dinamismo y tranquilidad	Predominio de tonos cálidos

Captura y Procesamiento de Imágenes. El sistema permitió capturar, procesar y analizar dibujos infantiles mediante la aplicación móvil y el servidor Flask. Los colores predominantes se identificaron mediante el modelo HSV, y la interpretación emocional se generó a través de la API de ChatGPT previamente descritos. Los resultados mostraron coherencia con la teoría del color, aunque ciertas variaciones se observaron debido a las condiciones de iluminación durante la captura.

Evaluación de los Resultados Obtenidos. Después del procesamiento de los dibujos, el sistema generó diagnósticos emocionales en función de los colores predominantes. A continuación, se presentan las capturas del sistema mostrando los análisis obtenidos.

Para cada uno de los dibujos analizados, el sistema generó interpretaciones emocionales coherentes con la teoría del color. A continuación, se presentan algunos ejemplos.

En la Figura 13, se pueden apreciar los siguientes resultados obtenidos mediante la herramienta desarrollada:

- Colores detectados: rojo, amarillo, rosa, negro.
- Interpretación emocional: representa energía, entusiasmo y optimismo con un matiz de calma debido a la presencia de tonos suaves.

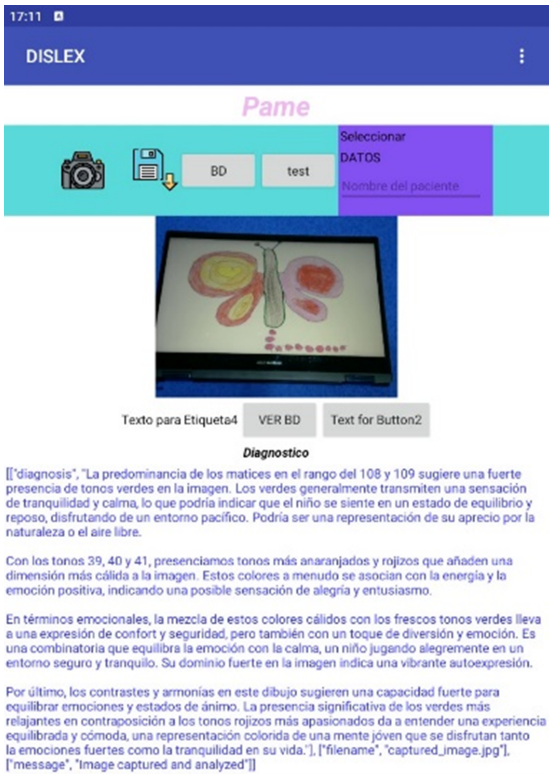

Figura 13: Interpretación emocional del dibujo de participante A (Mariposa)

En la Figura 14, se aprecian los resultados obtenidos mediante la herramienta desarrollada:

- Colores detectados: azul, verde, amarillo, naranja, morado.
- Interpretación emocional: asociada a la alegría y la seguridad emocional, reflejando optimismo y una sensación de equilibrio.



Figura 14: Interpretación emocional del dibujo de participante B (Arcoíris con flores)

En la Figura 15, se observan los resultados obtenidos mediante la herramienta desarrollada:

- Colores detectados: rojo, amarillo, verde.
- Interpretación emocional: el uso del rojo y amarillo indica dinamismo y actividad, mientras que el verde sugiere tranquilidad y estabilidad.



Figura 15: Interpretación emocional de participante C (Personajes)

Análisis del Desempeño del Sistema. Para evaluar el rendimiento del sistema, se midieron los siguientes parámetros:

- **Precisión en la detección de colores:** se compararon los colores detectados automáticamente con los observados en cada imagen. En general, la detección fue precisa, aunque en algunos casos la iluminación afectó la percepción de ciertos tonos.
- **Tiempo de procesamiento:** el sistema tardó entre 7 y 10 segundos en generar una interpretación desde la captura de la imagen hasta la respuesta de la API.
- **Coherencia en la interpretación:** se observó que la API generaba respuestas consistentes en la mayoría de los casos, aunque en algunas pruebas el análisis fue más genérico de lo esperado.

Como se muestra en la Tabla 2, el sistema automatizado ofrece ventajas significativas sobre el análisis manual tradicional, particularmente en términos de tiempo de análisis y reducción de subjetividad. Esto permite a los terapeutas obtener resultados más rápidos y objetivos, mejorando la eficiencia del proceso.

Tabla 2: Comparación entre el análisis tradicional y el sistema automatizado

Aspecto	**Método Tradicional**	**Sistema Automatizado**
Tiempo de análisis	Variable, hasta 30 min	7–10 segundos
Subjetividad	Alta, depende del evaluador	Baja, basado en teoría del color
Precisión en colores	Depende de la percepción	Basado en modelo HSV
Accesibilidad	Limitada a sesiones presenciales	Disponible en dispositivos móviles

3.1.1. Limitaciones identificadas

Durante las pruebas realizadas, se identificaron diversas limitaciones que pueden afectar el rendimiento y la aplicabilidad del sistema en diferentes entornos.

Dependencia de la iluminación. La precisión del análisis cromático se ve afectada por variaciones en las condiciones de captura, iluminancia, sombras, reflejos y balance de blancos, ya que modifican principalmente el componente V (*Value*) y, en escenarios de baja luz o saturación no lineal, también distorsionan H (*Hue*) y S (*Saturation*), alterando la estimación de porcentajes de predominancia de color. Para mitigar este efecto, se plantea incorporar una etapa de normalización fotométrica previa a la conversión HSV, combinando: (i) corrección de balance de blancos, (ii) corrección gamma o técnicas tipo Retinex para compensación de iluminación no uniforme y (iii) ajuste controlado del rango dinámico para estabilizar V. Adicionalmente, se recomienda estandarizar el proceso de captura mediante una guía visual y condiciones de iluminación difusa, junto con la segmentación del área del papel para reducir la contaminación del fondo. Como control de calidad, puede añadirse una verificación automática de captura, umbral mínimo de iluminancia, detección de desenfoque mediante varianza del Laplaciano y advertencias por sobreexposición, de manera que el sistema solicite una nueva imagen cuando la calidad no sea suficiente. En trabajo futuro, estas mejoras se evaluarán bajo un protocolo controlado variando niveles de luz y temperatura de color, cuantificando la estabilidad de las métricas cromáticas y el impacto en la consistencia de las interpretaciones generadas.

Conexión a internet. La dependencia de la API de ChatGPT para la interpretación emocional implica la necesidad de una conexión a internet estable. En entornos rurales o con acceso limitado a la red, el sistema podría no ser funcional. Una posible solución sería el desarrollo de un modelo local de inferencia que permita procesar los datos sin conexión.

Capacidad de procesamiento. Al utilizar una Raspberry Pi como servidor, se observó que el tiempo de respuesta puede variar dependiendo de la cantidad de solicitudes simultáneas. En pruebas con múltiples usuarios enviando imágenes al mismo tiempo, se detectaron tiempos de procesamiento superiores a 15 segundos, lo que puede afectar la experiencia del usuario. Se sugiere optimizar la gestión de recursos, implementar procesamiento en paralelo y evaluar el uso de hardware más potente en futuras versiones.

3.2. Evaluación del aprendizaje y aplicabilidad

Para realizar un análisis comparativo es necesario comprender el proceso de cómo se realiza la apreciación de una imagen desde un método tradicional [20].

Según [7], los métodos tradicionales de análisis de dibujos infantiles requieren la observación detallada por parte de un especialista, lo que puede generar variaciones en los diagnósticos dependiendo de la experiencia y percepción del evaluador [2]. En contraste, el uso de IA para el procesamiento de imágenes permite una evaluación sistemática y libre de sesgos humanos, asegurando mayor precisión en la identificación de patrones emocionales [4].

El sistema desarrollado permite a terapeutas y cuidadores obtener un análisis preliminar del estado emocional del niño de manera rápida y eficiente [4]. Al automatizar el análisis de los dibujos, se reduce la carga de trabajo y se optimiza el tiempo de consulta, permitiendo un enfoque más detallado en el tratamiento individual de cada niño. Además, su accesibilidad en dispositivos móviles amplía su uso a contextos educativos y familiares, favoreciendo la detección temprana de posibles problemas emocionales [5]. Es importante destacar que el análisis proporcionado por el prototipo sirve como una herramienta de apoyo para el terapeuta infantil, pero no representa un diagnóstico definitivo [3].

El análisis de dibujos infantiles ha sido históricamente realizado de forma manual por terapeutas y psicólogos, quienes interpretan los colores y trazos basándose en la observación y conocimientos de la teoría del color y el

desarrollo emocional [21]. Este enfoque, aunque válido, presenta limitaciones que se organizan en la Figura 16.

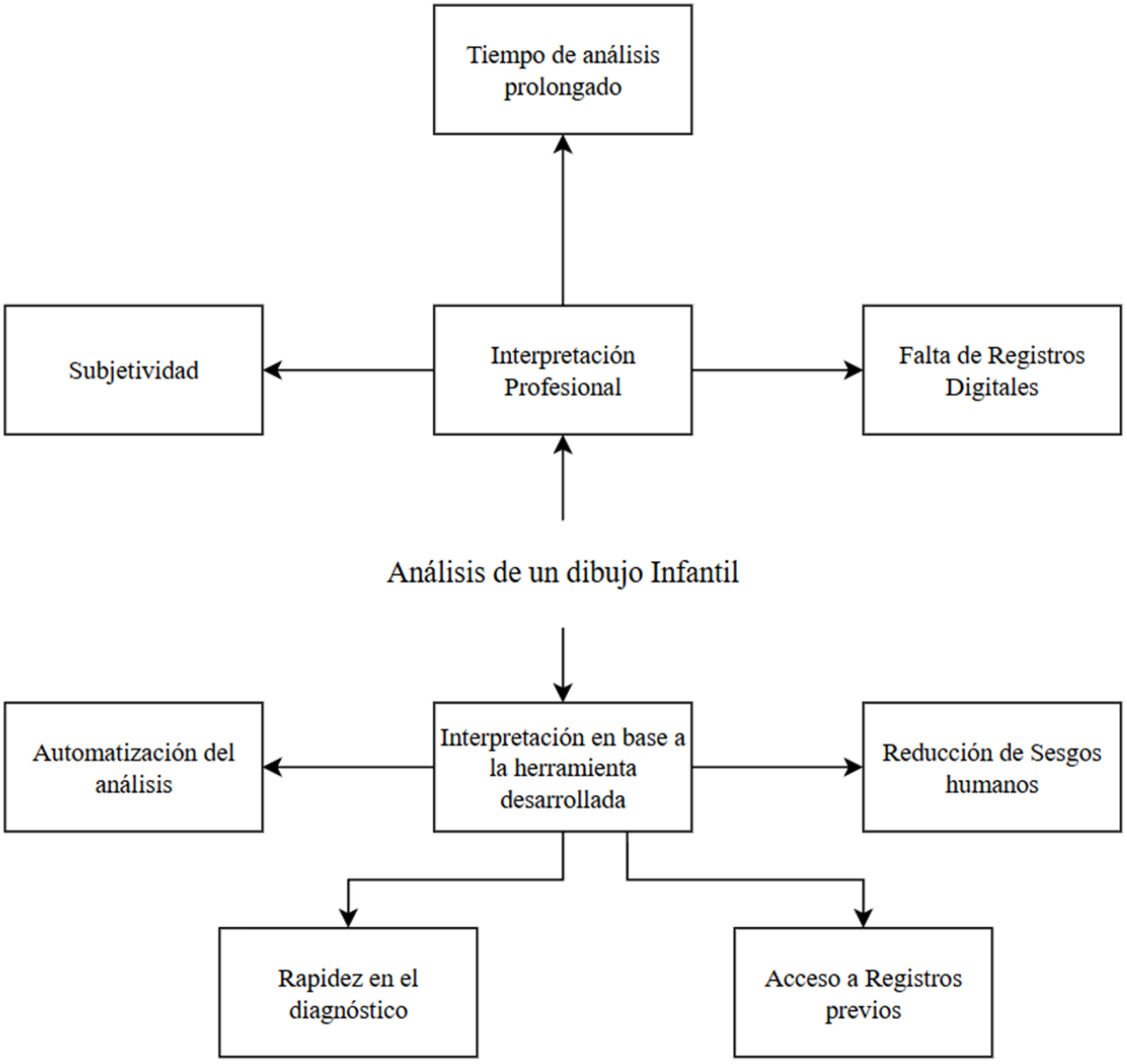

Figura 16: Limitaciones y ventajas de realizar el análisis del dibujo infantil, mediante interpretación profesional y con la herramienta desarrollada respectivamente

También en base al prototipo implementado se pueden evidenciar algunos parámetros que se evalúan durante el procesamiento de la imagen y los resultados que se desean esperar:

- **Alta precisión en la detección de colores.** El sistema logró detectar con exactitud los colores en la mayoría de los casos. Sin embargo, se observaron errores menores en imágenes con iluminación deficiente.
- **Tiempo de respuesta óptimo.** El procesamiento de cada imagen tomó un promedio de 3 segundos, garantizando una interacción fluida. En contraste, la generación del análisis o posible diagnóstico puede tardar hasta 10 segundos, dependiendo del tipo de evaluación realizada a partir de los colores presentes en el dibujo.

De manera similar, la aplicabilidad de nuestra herramienta se fundamenta en el análisis automatizado de

los colores presentes en los dibujos infantiles. A través de la extracción y evaluación de estos colores con base en la teoría del color, el sistema reduce la subjetividad del análisis tradicional y ofrece una interpretación más rápida y objetiva.

A continuación, se presentan los distintos ámbitos en los que la herramienta puede ser aplicada.

- **Terapias infantiles.** Apoyo a psicólogos en la detección de emociones sin necesidad de interrogatorios directos.
- **Escuelas.** Los orientadores pueden monitorear cambios en el estado emocional de los niños a lo largo del tiempo.
- **Investigaciones.** Psicólogos pueden recopilar datos de manera más estructurada para analizar tendencias en la expresión emocional infantil.

También es importante mencionar que el proyecto presenta ciertas limitaciones, las cuales pueden ser mejoradas según las necesidades. No obstante, es fundamental tener en cuenta estos aspectos. A continuación, se detallan las principales limitaciones:

- **Dependencia de la API de ChatGPT para la interpretación.** Esto implica que la herramienta requiere una conexión a internet para acceder al servicio de IA. En caso de fallas en la conexión o indisponibilidad de la API, la interpretación no podría realizarse, lo que limita la autonomía del sistema.
- **Variaciones en la interpretación de colores debido a la iluminación de la imagen capturada.** Esto implica que la herramienta requiere una conexión a internet para acceder al servicio de IA. En caso de fallas en la conexión o indisponibilidad de la API, la interpretación no podría realizarse, lo que limita la autonomía del sistema.
- **Necesidad de más datos para mejorar la precisión en la evaluación.** Para mejorar la precisión del análisis, sería necesario recopilar un mayor número de ejemplos de dibujos infantiles con interpretaciones validadas por especialistas en psicología infantil. Esto permitiría afinar los criterios de evaluación y reducir posibles sesgos en los resultados.
- **Rendimiento bajo concurrencia.** En escenarios con solicitudes simultáneas, la Raspberry Pi puede introducir latencias elevadas (> 15 s) por limitaciones de cómputo y ejecución secuencial del pipeline. Como mejora, se propone ejecutar el backend en modo producción con múltiples workers y desacoplar el procesamiento mediante colas y workers dedicados, arquitectura producer–consumer, además de optimizar el preprocesamiento, reducción de resolución y caché. Esto incrementa el throughput y estabiliza la latencia bajo carga.
- **Dependencia de servicios externos.** El uso de una API externa para inferencia limita el sistema por conectividad, latencia y disponibilidad del proveedor. Como mejora, se propone un módulo local de inferencia, offline/fallback: (i) reglas + plantillas explicables de bajo costo, o (ii) un clasificador ligero cuantizado, TFLite/ONNX, basado en histogramas HSV, condicionado a contar con un dataset validado por especialistas. Los retos clave son la curación/etiquetado, la robustez ante iluminación y el equilibrio precisión–cómputo en el borde.
- **Base de datos y validación.** Se requiere ampliar el repositorio de dibujos con interpretaciones validadas por especialistas para mejorar la generalización. Se propone un protocolo de recolección con seudonimización, criterios de inclusión/exclusión y doble evaluación por psicólogos infantiles; el acuerdo interevaluador se cuantificará, Cohen's κ/Krippendorff's α, y discrepancias se resolverán por consenso. Esto permitirá calibrar umbrales, evaluar robustez y habilitar futuros modelos locales.
- **UX móvil.** Se propone añadir edición previa, recorte/rotación/ROI, y validación automática de calidad, desenfoque, baja luz, encuadre del papel, para reducir errores en la extracción cromática. Asimismo, se plantea un sistema de notificaciones robusto, mensajes guiados, códigos de error, y reintentos/cola local ante fallos de conectividad.

4. Conclusiones

El desarrollo de esta herramienta basada en IA ha demostrado su utilidad como apoyo en la identificación de emociones infantiles a través del análisis de colores en dibujos. La integración de una aplicación móvil con un servidor Flask en una Raspberry Pi ha permitido capturar, procesar y analizar imágenes de manera eficiente. En comparación con los métodos tradicionales, la herramienta reduce la subjetividad, agiliza el análisis y permite almacenar registros digitales. Sin embargo, presenta limitaciones como la dependencia de la API de ChatGPT, posibles variaciones en la detección de colores por iluminación y la necesidad de ampliar la base de datos para mejorar la precisión del análisis. Para optimizar el sistema, se recomienda mejorar la captura de imágenes, reducir la dependencia de servicios externos y expandir la base de datos con validaciones de expertos. A pesar de estas áreas de mejora, la herramienta representa un avance significativo en la evaluación emocional infantil, ofreciendo una alternativa innovadora y accesible para profesionales del ámbito educativo y psicológico. El uso de TinyDB permitió almacenar datos localmente, asegurando un acceso rápido a los análisis previos, y la implementación de autenticación con tokens garantizó la seguridad en la comunicación entre la aplicación y el servidor. Finalmente, la API de ChatGPT proporcionó interpretaciones basadas en la teoría del color, permitiendo generar un análisis emocional automatizado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de contribución de autores — CRediT

Conceptualización: P.C.-C., P.I.-C. y F.C.-R.

Metodología: P.C.-C., B.V.-V., D.M.-Q. y F.C.-R.

Software: P.C.-C., P.I.-C., B.V.-V. y D.M.-Q.

Validación: P.C.-C., P.I.-C., B.V.-V. y D.M.-Q.

Análisis formal: P.C.-C., B.V.-V. y F.C.-R.

Investigación: P.C.-C., P.I.-C., B.V.-V. y D.M.-Q.

Recursos: P.C.-C., P.I.-C., B.V.-V. y D.M.-Q.

Curación de datos: P.C.-C., P.I.-C. y B.V.-V.

Redacción — preparación del borrador original: P.C.-C., P.I.-C., B.V.-V. y D.M.-Q.

Redacción — revisión y edición: F.C.-R. y P.C.-C.

Visualización: P.I.-C., B.V.-V. y D.M.-Q.

Supervisión: F.C.-R.

Administración del proyecto: F.C.-R.

Todos los autores han leído y aprobado la versión final del manuscrito.

Financiación

No aplica.

Reseñas de autores

Pablo Cevallos-Cadena

Está vinculado académicamente con la Universidad Técnica del Norte (UTN), Ecuador, en el área de Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas. Sus intereses académicos y de investigación se orientan hacia los sistemas de comunicación multimedia, procesamiento digital de imágenes, inteligencia artificial y desarrollo

de soluciones tecnológicas aplicadas. Ha participado en investigaciones relacionadas con el análisis automatizado de imágenes mediante técnicas de procesamiento cromático e inteligencia artificial.

Correo: pacevallosc@utn.edu.ec

ORCID: 0009-0009-1601-139X

Soraya Pamela Imbaquingo-Carlosama

Ingeniera en Telecomunicaciones por la Universidad Técnica del Norte (UTN), Ecuador. Sus intereses se relacionan con Internet de las Cosas, sistemas de monitoreo, sensores, comunicaciones multimedia e inteligencia artificial aplicada. Ha desarrollado trabajos relacionados con sistemas IoT para la adquisición y monitoreo de variables ambientales.

Correo: spimbaquingoc@utn.edu.ec

ORCID: 0009-0003-6835-7698

Becker Velalcazar-Villota

Está vinculado académicamente con la Universidad Técnica del Norte (UTN), Ecuador, en Telecomunicaciones y TIC. Sus intereses comprenden desarrollo de aplicaciones tecnológicas, comunicaciones multimedia, procesamiento digital de imágenes, sistemas embebidos e inteligencia artificial aplicada.

Correo: bjvelalcazarv@utn.edu.ec

ORCID: 0009-0008-4212-1325

Dennis Morales-Quespaz

Está vinculado académicamente con la Universidad Técnica del Norte (UTN), Ecuador, en el área de Telecomunicaciones. Sus intereses se relacionan con sistemas de comunicaciones multimedia, desarrollo de aplicaciones, procesamiento digital de información, sistemas embebidos, arquitecturas cliente-servidor e inteligencia artificial aplicada.

Correo: dlmoralesq@utn.edu.ec

ORCID: 0009-0004-2654-0096

Fabián Geovanny Cuzme-Rodríguez

Ingeniero en Sistemas Informáticos por la Universidad Técnica de Manabí y Magíster en Redes de Comunicación por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Actualmente es profesor-investigador de la Carrera de Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte y cursa estudios de Doctorado en Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad de Málaga, España. Sus líneas de investigación incluyen seguridad en redes, IoT, redes de sensores, criptografía eficiente, blockchain, arquitecturas Tangle y comunicaciones subacuáticas.

Correo: fgcuzme@utn.edu.ec

ORCID: 0000-0002-2805-0240

Declaración sobre uso de Inteligencia Artificial

Sí se utilizó inteligencia artificial como apoyo técnico o complementario.

Finalidad declarada: corrección gramatical, sintáctica o estilística.

Herramienta empleada: ChatGPT.

Referencias

[1] M. Olhaberry and C. Sieverson, "Desarrollo socio-emocional temprano y regulación emocional," *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 33, no. 4, pp. 358–366, 2022, https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2022.06.002.

[2] T. He, C. Li, J. Wang, M. Wang, Z. Wang, and C. Jiao, "An emotion analysis in learning environment based on theme-specified drawing by convolutional neural network," *Frontiers in Public Health*, vol. 10, p. 958870, 2022, https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.958870.

[3] M. Lee, Y. Kim, and Y. K. Kim, "Generating psychological analysis tables for children's drawings using deep learning," *Data & Knowledge Engineering*, vol. 149, p. 102266, Jan. 2024, https://doi.org/10.1016/j.datak.2023.102266.

[4] M. Farokhi and M. Hashemi, "The analysis of children's drawings: Social, emotional, physical, and psychological aspects," in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Elsevier, Jan. 2011, pp. 2219–2224, https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.433.

[5] S. Smith, "Estimating predictors of mental well-being through analysis of children's drawings: The case of syrian refugees," 2020, accessed: Jan. 31, 2026. [Online]. Available: https://repository.usfca.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2372&context=thes

[6] A. Maribel *et al.*, "Sinergia entre educación emocional e inteligencia artificial: Hacia un aprendizaje integral y personalizado en el siglo xxi," *Revista Social Fronteriza*, vol. 4, no. 4, pp. 1–27, 2024, https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(4)e384.

[7] S. Baird, R. Panlillo, J. Seager, S. Smith, and B. Wydick, "Identifying psychological trauma among syrian refugee children for early intervention: Analyzing digitized drawings using machine learning," *Journal of Development Economics*, vol. 156, p. 102822, 2022, https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2022.102822.

[8] L. Alonso Porras, "El dibujo infantil como medio de detección de necesidades educativas especiales," 2023.

[9] D. C. Triguero, "El dibujo infantil como medio de detección de necesidades educativas especiales," 2018.

[10] J. C. Cedeño-Espinel and F. R. Miranda-Pichucho, "Reflexiones sobre la importancia de una gobernanza institucional en el cumplimiento del ODS 3 bienestar y salud (agenda 2030)," *593 Digital Publisher CEIT*, vol. 9, no. 6, pp. 451–468, 2024, https://doi.org/10.33386/593dp.2024.6.2767.

[11] Naciones Unidas/CEPAL, *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales*, 2019, accessed: Jan. 31, 2026. [Online]. Available: https://www.cepal.org/es/publicaciones/40155-la-agenda-2030-objetivos-desarrollo-sostenible-oportunidad-america-latina-caribe

[12] C. Sáez Fernández and D. Pérez Marín, "Propuesta de evaluación del impacto emocional de la programación en educación infantil," *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, no. 37, pp. 23–32, 2023, accessed: Jan. 31, 2026. [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9001943&info=resumen&idioma=ENG

[13] R. Assar, P. Barros, and J. P. Jiménez, "Análisis psicométrico de la versión española de la escala de bienestar psicológico de ryff en estudiantes universitarios chilenos," *Revista CES Psicología*, vol. 17, no. 1, pp. 147–159, Mar. 2024, https://doi.org/10.21615/CESP.7061.

[14] G. Lorenzo Lledó, A. Lorenzo-Lledó, and Á. Rodríguez-Quevedo, "Análisis mediante inteligencia artificial de las emociones del alumnado autista en la interacción social con el robot NAO," *Revista de Educación a Distancia (RED)*, vol. 24, no. 78, pp. 30–2024, May 2024, https://doi.org/10.6018/RED.588091.

[15] Community MIT App Inventor, "How do i use tinydb?" [Online]. Available: https://community.appinventor.mit.edu/t/how-do-i-use-tinydb/51422

[16] C. Poynton, *Digital Video and HD: Algorithms and Interfaces*. Elsevier, 2012, https://doi.org/10.1016/C2010-0-68987-5.

[17] M. Grinberg, *Flask Web Development: Developing Web Applications with Python*. O'Reilly Media, 2014.

[18] D. Wolber, H. Abelson, E. Spertus, and L. Looney, *App Inventor 2: Create Your Own Android Apps*. O'Reilly Media, 2014.

[19] MIT App Inventor, "Tinydb - app inventor for android," 2025. [Online]. Available: http://ai2.appinventor.mit.edu/reference/components/storage.html#TinyDB

[20] H. Derinoğlu and K. Lacinbay, "Artificial intelligence supported analysis of children's pictures: Preschool period applications," *İçtimaiyat*, vol. 7, no. 31, pp. 213–225, 2024, https://doi.org/10.33709/ictimaiyat.1542579.

[21] W. Zhou and Y. Sun, "Children's emotion recognition based on convolutional neural network," in *ACM International Conference Proceeding Series*. Association for Computing Machinery, Sep. 2020, pp. 1–5, https://doi.org/10.1145/3425329.3425367.