

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**TEMA:**

**Desarrollo de un prototipo de valoración de clases a través de expresiones faciales en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.**

**AUTOR:**

**Roca Viteri, Jair Rodrigo**

**Trabajo de Integración curricular previo a la obtención del título de  
INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**TUTOR:**

**Ing. Ching Correa, María Paulina**

**Guayaquil, Ecuador**

**08 de septiembre del 2023**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de integración curricular fue realizado en su totalidad por el Sr. **Roca Viteri, Jair Rodrigo** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**.

**TUTORA**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Ching Correa, María Paulina**

**Guayaquil, a los 8 días del mes de septiembre del año 2023**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Roca Viteri, Jair Rodrigo**

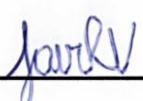
### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Desarrollo de un prototipo de valoración de clases a través de expresiones faciales en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Ciencias de la Computación**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 08 días del mes de septiembre del año 2023**

**EL AUTOR**

f.  \_\_\_\_\_

**Roca Viteri, Jair Rodrigo**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

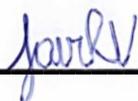
## **AUTORIZACIÓN**

Yo, **Roca Viteri, Jair Rodrigo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Desarrollo de un prototipo de valoración de clases a través de expresiones faciales en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 08 días del mes de septiembre del año 2023**

**EL AUTOR**

f. 

**Roca Viteri, Jair Rodrigo**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

REPORTE ANTIPLAGIO

COMPILATIO MAGISTER  
UCSG-ECU

ROCA VITERI, JAIR RODRIGO #2078c0

0%

Ubicación de las similitudes en el documento :

Fecha de elaboración: 31 de Agosto de 2023

Firma:



Nombre del tutor: Ing. María Paulina Ching Correa  
Tutor de Trabajo de Titulación  
Carrera de Computación

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Jehová Dios y todas aquellas personas que contribuyeron de manera significativa en la realización de este proyecto. En primer lugar, a mi tutora, Ingeniera María Paula Ching, por su orientación constante, sabiduría y apoyo a lo largo de este proceso. Su experiencia y valiosos consejos fueron fundamentales para dar forma y dirección a esta investigación. También deseo agradecer a mis amigos leales de la universidad, Geovanny Bravo, Niki Pazmiño, Kevin Vega, Carlos Cajamarca y Brittany Costa, por su apoyo emocional y motivación constante, por sus palabras de aliento y ánimo que me impulsaron a superar los desafíos y a seguir adelante. Además, quiero expresar mi gratitud a mi familia por su amor incondicional y comprensión durante este viaje académico. Sus sacrificios y apoyo han sido un pilar fundamental que me ha permitido llegar hasta aquí. Finalmente, a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron, su involucramiento fue esencial y les estoy profundamente agradecido.

Roca Viteri, Jair Rodrigo

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios que ha sido la fuente de sabiduría, inteligencia y fuerza tanto mental como física que me ha permitido concluir este proyecto.

A mis padres, hermanos, mi tío Enrique y mis tías, Emma y Jenny, quienes han sido mi constante fuente de inspiración y apoyo a lo largo de mi vida académica, su amor incondicional, sacrificio y guía han sido la brújula que me ha conducido hasta este momento.

A mi novia Eliana Santillán, quien, a pesar de la distancia, ha seguido brindándome apoyo constante y regalándome alegría y risas en los momentos más desafiantes, impulsándome a seguir adelante.

A mis amigos de siempre, Paul Cornejo y Carlos Pinto que, con sus charlas, consejos y apoyo constante me impulsaron a poder superarme y espero poder celebrar juntos muchos triunfos en el futuro.

Roca Viteri, Jair Rodrigo



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**ING. GALO CORNEJO GOMEZ, MGS**

**DIRECTOR DE CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

**ING. ISMAEL SOSA RENDON**

**DOCENTE DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

**ING. ANA CAMACHO CORONEL, MGS**

**OPONENTE**

## ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	XII
Abstract.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
Formulación del problema.....	3
Justificación e importancia .....	3
Delimitación .....	4
Objetivos.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos .....	5
Alcance .....	5
Hipótesis.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
Detección facial.....	6
Reconocimiento de emociones.....	8
Enfoque basado en la extracción de características locales.....	9
Uso de redes neuronales convolucionales .....	9
Experiencias de unidades educativas con el reconocimiento de emociones.....	11
Global .....	11
Ecuador .....	12
API .....	13
APIs de reconocimiento de emociones.....	14
Google Cloud Vision API.....	14
Características Principales .....	15
Casos de Uso.....	16
Características Principales .....	17
Casos de Uso.....	20
CAPÍTULO III.....	21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
Tipo de Investigación .....	21
Técnicas aplicadas para la obtención de información .....	22
Metodología del desarrollo .....	23
Análisis de resultados.....	24

CAPÍTULO IV.....	29
PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	29
Introducción.....	29
Objetivo.....	29
Herramientas de desarrollo.....	29
Costos del prototipo.....	30
CONCLUSIONES.....	37
RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Red Neuronal Convolucional</i> .....	10
<b>Figura 2</b> <i>Sistema de Reconocimiento Facial para Monitorear a los Estudiantes</i> .....	11
<b>Figura 3</b> <i>Reconocimiento de Objetos con Google Cloud Vision API</i> .....	15
<b>Figura 4</b> <i>Reconocimiento de Emociones con Google Cloud Vision API</i> .....	16
<b>Figura 5</b> <i>Reconocimiento Facial por Amazon Rekognition</i> .....	18
<b>Figura 6</b> <i>Detección y Clasificación de Objetos por Amazon Rekognition</i> .....	19
<b>Figura 7</b> <i>Etapas de la metodología RAD</i> .....	24
<b>Figura 8</b> <i>Primera pregunta de la encuesta</i> .....	25
<b>Figura 9</b> <i>Segunda pregunta de la encuesta</i> .....	25
<b>Figura 10</b> <i>Tercera pregunta de la encuesta</i> .....	26
<b>Figura 11</b> <i>Cuarta pregunta de la encuesta</i> .....	26
<b>Figura 12</b> <i>Quinta pregunta de la encuesta</i> .....	27
<b>Figura 13</b> <i>Sexta pregunta de la encuesta</i> .....	27
<b>Figura 14</b> <i>Séptima pregunta de la encuesta</i> .....	28
<b>Figura 15</b> <i>Precios de Amazon Rekognition</i> .....	30
<b>Figura 16</b> <i>Precio de cámara web recomendada</i> .....	31
<b>Figura 17</b> <i>Costo de implementación y funcionamiento del prototipo</i> .....	32
<b>Figura 18</b> <i>Diagrama entidad-relación del prototipo de valoración de clases</i> .....	32
<b>Figura 19</b> <i>Diagrama de casos de uso para el prototipo</i> .....	33
<b>Figura 20</b> <i>Módulo de registro de la clase</i> .....	34
<b>Figura 21</b> <i>Módulo de reconocimiento de emociones a través de las expresiones faciales</i> .....	35
<b>Figura 22</b> <i>Modal de finalización de la clase</i> .....	36
<b>Figura 23</b> <i>Módulo de valoraciones</i> .....	36

## Resumen

El presente proyecto tuvo como objetivo la creación de un prototipo de valoración de clases para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, empleando algoritmos de detección y reconocimiento de emociones, este prototipo busca recopilar información complementaria sobre el desempeño docente a partir de las expresiones faciales de los estudiantes. En términos metodológicos, el prototipo empleó el enfoque cualitativo y método descriptivo, la técnica de recolección de datos que se utilizó fue la encuesta y el instrumento fue el cuestionario, se hizo uso de esta técnica para conocer el grado de conocimiento de las tecnologías usadas y la perspectiva de los docentes sobre las ventajas potenciales del proyecto. Para el desarrollo del proyecto, se manejó la metodología RAD, debido al ciclo de desarrollo corto que emplea, lo que permite controlar los cambios de manera rápida y ordenada, el lenguaje de programación escogido fue Python debido a su vasta compatibilidad y soporte con librerías de detección facial, se utilizó una base de datos relacional y una API de reconocimiento de emociones para elevar el nivel de confianza del prototipo. El resultado obtenido consistió en la recopilación de información de las expresiones faciales de los alumnos durante la clase, clasificadas según la emoción a la que pertenecen, con esta información se identifica la emoción que predominó durante la clase, el cual, sirve como información complementaria acerca del desempeño del docente. En conclusión, el prototipo le proporcionará al docente el impacto emocional que genera en sus alumnos a través de su metodología de enseñanza, con esta información el docente puede identificar áreas de mejora en su metodología.

**Palabras clave:** detección facial, reconocimientos de emociones, información complementaria.

### **Abstract**

The objective of this project was the creation of a prototype of class evaluation for the Faculty of Engineering of the Catholic University of Santiago de Guayaquil, using algorithms for detection and recognition of emotions, this prototype seeks to collect complementary information on teaching performance from the facial expressions of students. In methodological terms, the prototype used the qualitative approach and descriptive method, the data collection technique used was the survey and the instrument was the questionnaire, this technique was used to know the degree of knowledge of the technologies used and the perspective of teachers on the potential benefits of the project. For the development of the project, the RAD methodology was used, due to the short development cycle it employs, which allows to control changes in a quick and orderly manner, the programming language chosen was Python due to its vast compatibility and support with face detection libraries, a relational database and an emotion recognition API were used to raise the level of confidence of the prototype. The result obtained consisted of the collection of information on the facial expressions of the students during the class, classified according to the emotion to which they belong, with this information the emotion that predominated during the class is identified, which serves as complementary information about the teacher's performance. In conclusion, the prototype will provide the teacher with the emotional impact that he generates in his students through his teaching methodology, with this information the teacher can identify areas for improvement in his methodology.

**Keywords:** face detection, emotion recognition, supplementary information.

## **INTRODUCCIÓN**

En el ámbito educativo, la evaluación del desempeño del profesor y su impacto en el proceso de enseñanza es de vital importancia para garantizar una educación de calidad, sin embargo, tradicionalmente, esta evaluación ha estado limitada a observaciones subjetivas o a métodos de valoración que pueden no capturar la totalidad de las interacciones en el aula.

El presente proyecto se centra específicamente en una nueva, tecnológica y automatizada forma evaluar las clases, centrándose en las expresiones faciales de una muestra de alumnos, para así poder mediante un algoritmo, determinar la emoción que dominó durante la clase impartida.

El prototipo se centra en añadir una nueva forma de valorar, evaluar, analizar, establecer la eficiencia, determinar el nivel pedagógico o didáctico de las clases impartidas por los profesores, ya que algunos de los alumnos, en ocasiones, no realizan la evaluación docente y para controlar esto, se ha llegado al punto de bloquear la visualización de notas, hasta que el alumno realice la misma. Por tanto, se busca establecer otro elemento de juicio que permita determinar el compromiso del profesor para con su función docente en el ámbito didáctico y pedagógico.

Este proyecto pretende abrir nuevas oportunidades para la mejora de la educación, al proporcionar una visión más profunda y detallada del entorno de aprendizaje en el aula. Al conocer el impacto emocional de las interacciones entre el docente y el alumno, se podrán identificar áreas de mejora y optimizar el proceso de enseñanza, facilitando así un ambiente más propicio para el aprendizaje significativo.

En el primer capítulo se introduce la problemática a abordar, establece los objetivos y la justificación de la investigación. En el segundo capítulo se realiza un análisis teórico de las tecnologías y elementos que intervienen en el proyecto, además de las buenas prácticas que se deben usar. En el tercer capítulo se examina detalladamente la metodología de investigación empleada. En el cuarto capítulo se muestra en detalle la propuesta para el funcionamiento del prototipo. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **Formulación del problema**

En la actualidad, la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil administra la evaluación docente mediante sus propios servicios en línea.

El proceso actual consiste en que el estudiante debe ingresar a los servicios en línea de la universidad, dirigirse al apartado Académico y posteriormente seleccionar la evaluación docente, el cual consta en un formulario de preguntas para evaluar diferentes aspectos, como el pedagógico, relaciones interpersonales, percepción del estudiante, entre otros. Este proceso se lo realiza una vez por semestre, lo que dificulta la obtención de una rápida retroalimentación sobre el desempeño del docente.

El proceso actual puede ser propenso a sesgos. Al depender de la voluntad de los estudiantes para completar las evaluaciones, es posible que solo una fracción de la población estudiantil participe activamente de forma responsable. Esto podría generar una falta de representatividad en los resultados, distorsionando la percepción real de la calidad docente.

El enfoque tradicional que utiliza actualmente la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil no aprovecha las ventajas y facilidades que ofrecen las tecnologías modernas. En la era digital actual, existen numerosas herramientas y plataformas disponibles que podrían mejorar considerablemente el proceso de valoración de clases.

#### **Justificación e importancia**

El desarrollo de este prototipo puede ayudar a evaluar la eficacia de diferentes estrategias de enseñanza, la influencia de las emociones en el aprendizaje y otros aspectos relacionados con la calidad educativa, esto, a su vez, puede ayudar a la mejora de la calidad docente, al contar con una herramienta que brinda información concisa sobre la reacción de los estudiantes durante las clases, los docentes pueden obtener una visión más precisa de su impacto en el aprendizaje. Esto les permite ajustar su metodología de enseñanza, identificar áreas de mejora y adaptarse a las necesidades y preferencias de los estudiantes, lo que a su vez mejora la calidad de la enseñanza.

El análisis de las expresiones faciales y emociones de los estudiantes puede proporcionar información valiosa sobre su nivel de interés, comprensión y participación. Esta información

puede utilizarse para adaptar el enfoque pedagógico, personalizar el aprendizaje y ofrecer una experiencia educativa más enriquecedora y motivadora para cada estudiante.

La implementación de este prototipo permite obtener de manera objetiva y precisa una retroalimentación instantánea y continua sobre el desempeño del profesor. Esto proporciona información valiosa al terminar cada clase, lo que le facilitaría al docente, la identificación temprana de problemas y la implementación de medidas correctivas de manera oportuna en la metodología de enseñanza.

### **Delimitación**

En el campo del análisis de datos aplicado a la educación y la evaluación docente, se ha reconocido la necesidad de evaluar la eficacia de los enfoques pedagógicos utilizados por los docentes para mejorar la calidad de la enseñanza. En línea con este aspecto, el presente estudio se centra en el desarrollo de un prototipo innovador de valoración de clases en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. El objetivo principal es utilizar expresiones faciales como indicadores para evaluar la efectividad de los enfoques pedagógicos de los docentes de la universidad. A través de la retroalimentación proporcionada por el prototipo, se busca obtener información valiosa que permita identificar áreas de mejora y promover la calidad docente en dicha institución.

Delimitador	Descripción
Campo	Análisis de datos
Área	Educación y evaluación docente
Aspecto	Evaluar la eficacia de los enfoques pedagógicos impartidos por los docentes de la UCSG, en base a la retroalimentación de parte del prototipo, mejorar la calidad docente.
Tema	Desarrollo de un prototipo de valoración de clases a través de expresiones faciales en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

## Objetivos

### *Objetivo general*

Desarrollar un prototipo de valoración de clases a través de expresiones faciales utilizando algoritmos de detección y reconocimiento de emociones que permitan recolectar información complementaria sobre el desempeño del profesor.

### *Objetivos específicos*

1. Analizar las buenas prácticas de otras universidades en el uso de la tecnología para la valoración de clases a través de expresiones faciales.
2. Identificar los recursos tecnológicos necesarios para que, con el uso de algoritmos de detección facial, se pueda identificar y extraer las imágenes en tiempo real de las clases.
3. Identificar, comparar y seleccionar modelo de reconocimiento de emociones para clasificar las diferentes expresiones faciales con su correspondiente emoción facial.
4. Desarrollar e implementar el prototipo que muestre la emoción dominante durante una sesión de clase específica seleccionada para determinar la validez del modelo.

## Alcance

El presente proyecto consiste en desarrollar y evaluar un prototipo de valoración de clases basado en la detección facial y reconocimiento de emociones. La misma será desarrollada en un plazo de 16 semanas, durante las cuales se seleccionarán los algoritmos adecuados, se integrarán con el almacenamiento y base de datos correspondientes, y se realizarán pruebas de integración para garantizar su correcto funcionamiento. El prototipo se probará en una muestra de estudiantes para evaluar su efectividad y obtener retroalimentación sobre su utilidad y precisión en la valoración del desempeño del profesor en base a las expresiones faciales y emociones de los estudiantes durante las clases.

## Hipótesis

El prototipo de valoración de clases proporcionará información complementaria sobre el desempeño del docente.

Variable independiente: Prototipo de valoración de clases

Variables dependientes: Información complementaria sobre el desempeño del profesor.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### Detección facial

La detección facial es una tecnología computacional que se utiliza para identificar y localizar rostros humanos en imágenes digitales. Su objetivo principal es determinar la ubicación precisa y el tamaño de los rostros presentes en una imagen, al tiempo que se excluyen otros objetos o elementos irrelevantes, como árboles, edificios o cuerpos. Esta técnica se considera un caso específico de detección de objetos, donde la tarea consiste en encontrar y delimitar todos los objetos de una clase dada en una imagen. Además, la detección facial puede entenderse como una variante más amplia de la localización facial, que se enfoca en identificar la posición y el tamaño de un número determinado de rostros conocidos (Li & Jain, 2011).

Existen dos enfoques principales utilizados para llevar a cabo la detección de rostros en imágenes: el enfoque basado en características y el enfoque basado en imágenes (Hasan et al., 2021). Estas técnicas de detección facial se utilizan ampliamente en una variedad de aplicaciones, desde sistemas de reconocimiento facial en seguridad y control de acceso, hasta aplicaciones en fotografía, realidad aumentada y análisis de emociones. La detección facial ha avanzado significativamente en los últimos años gracias al desarrollo de algoritmos y técnicas más sofisticadas, así como a la disponibilidad de grandes conjuntos de datos para el entrenamiento de modelos de aprendizaje automático.

#### Enfoque basado en características

Según Hatem et al. (2015) “Los métodos basados en características tienen algunas ventajas, como la independencia de la rotación y de la escala, y su tiempo de ejecución es muy rápido en comparación con otros métodos” (p. 63). Estos enfoques basados en características se refieren a métodos utilizados en el campo de la detección facial que se centran en la extracción y análisis de características específicas de los rostros en una imagen o secuencia de video. Estos enfoques se dividen en subcampos que abordan diferentes aspectos de la detección facial.

Un subcampo común de los enfoques basados en características es el modelo de forma activa (ASM, por sus siglas en inglés), Según Hatem et al. (2015) “son modelos estadísticos de la

forma de los objetos limitados por el modelo de distribución de puntos, la forma de un objeto se reduce a un conjunto de puntos” (p. 64). Este modelo se utiliza para tratar con formas complejas y no rígidas, deformándose para ajustarse a un ejemplo dado mediante un proceso iterativo. El ASM busca identificar y mapear las coordenadas de las partes faciales, como la nariz, la boca, etc., en una imagen. A partir de estos mapas, se genera una máscara que puede ser ajustada manualmente por el usuario. Mediante el entrenamiento con un mayor número de imágenes, se puede lograr un mapa más preciso. Los ASM se pueden clasificar en grupos como serpientes (snakes), modelos de plantilla deformable (DTM), modelos de partes deformables (DPM) y modelos de distribución de puntos (PDM).

Otro enfoque común es el análisis de características, que implica organizar las características faciales en una perspectiva global teniendo en cuenta la geometría facial, se basa en la identificación y análisis de características específicas, como los ojos, las cejas, la boca y las orejas, para obtener información sobre la estructura y las expresiones faciales.

Estos enfoques basados en características son fundamentales en la detección facial, ya que permiten el análisis y la interpretación de los rasgos faciales para identificar y localizar rostros en imágenes y videos. “Su aplicación abarca una amplia gama de áreas, como el reconocimiento facial, el seguimiento de la pose de la cabeza, el reconocimiento de edad y género, y el análisis de expresiones faciales, entre otros” (Kumar et al., 2018, p. 5).

#### Enfoque basado en imágenes

El enfoque basado en imágenes para la detección facial es una técnica utilizada en el campo de la visión por computadora para identificar y localizar rostros humanos en imágenes. Este enfoque se basa en el procesamiento de la información visual contenida en las imágenes y en el análisis de patrones característicos que distinguen los rostros de otras partes de la imagen.

Hasan et al. (2021) afirmó lo siguiente:

La mayoría de las técnicas de detección de rostros basadas en imágenes utilizan el escaneo por ventanas. La ventana se escanea píxel a píxel para clasificar una cara y una no cara. Normalmente, cada método basado en imágenes varía en cuanto a la ventana de exploración, el tamaño del paso, el número de iteraciones y la frecuencia de submuestreo para producir un enfoque más eficaz. (p. 19)

“Los métodos basados en la apariencia se basan en técnicas de análisis estadístico y aprendizaje automático para encontrar las características relevantes de las imágenes faciales y no faciales” (Yang et al., 2002, p. 42).

El enfoque basado en imágenes para la detección facial utiliza técnicas de procesamiento de imágenes y algoritmos específicos para identificar y localizar rostros en imágenes. Este enfoque es fundamental para muchas aplicaciones y sigue siendo objeto de investigación y desarrollo continuo para mejorar su precisión y robustez.

### **Reconocimiento de emociones**

El reconocimiento de emociones es un campo de estudio interdisciplinario que combina la psicología, la neurociencia, la inteligencia artificial y la visión por computadora. Su objetivo principal es comprender y clasificar las emociones humanas a través de diversas señales, como expresiones faciales, lenguaje corporal, voz y patrones de comportamiento. Consiste en utilizar algoritmos y técnicas de aprendizaje automático para analizar y clasificar estas señales y determinar la emoción o estado emocional que una persona está experimentando en un momento dado.

Se postula que “de todas las emociones humanas que experimentamos, hay siete emociones universales que todos sentimos y que trascienden las diferencias lingüísticas, regionales, culturales y étnicas” (Paul Ekman Group, 2023, párrafo 2).

Además de la teoría de las emociones básicas, existen otras teorías que han contribuido al marco teórico del reconocimiento de emociones. Por ejemplo, la teoría de la emoción de Cannon-Bard sostiene que las respuestas fisiológicas y la experiencia emocional ocurren simultáneamente, sin que una cause necesariamente a la otra.

En cuanto a los enfoques utilizados en el reconocimiento de emociones, se emplean técnicas de procesamiento de imágenes y señales para capturar y analizar las expresiones faciales, así como algoritmos de aprendizaje automático y reconocimiento de patrones para clasificar y etiquetar las emociones. Estos enfoques pueden incluir la extracción de características faciales, como la detección de puntos clave o el análisis de movimientos y cambios en los rasgos faciales, así como el uso de modelos de aprendizaje automático, como las redes neuronales, para el reconocimiento y la clasificación de emociones.

### **Enfoque basado en la extracción de características locales**

Este enfoque se basa en identificar y extraer características locales específicas de las expresiones faciales que son relevantes para el reconocimiento de emociones. Estas características pueden incluir la forma de los ojos, las cejas, la boca y los pliegues faciales. Se utilizan algoritmos de visión por computadora para detectar y extraer estas características de las imágenes faciales. Luego, se utilizan métodos de clasificación para asignar las características extraídas a diferentes emociones. Este enfoque es ampliamente utilizado debido a su simplicidad y eficacia en la detección de emociones básicas.

Los métodos utilizados para extraer características faciales pueden ser clasificados según su enfoque en dos categorías principales: características faciales de movimiento y deformaciones del rostro. El análisis de movimiento, conocido como análisis dinámico, se centra en rastrear la velocidad y dirección de desplazamiento de los píxeles en una imagen. Entre las técnicas más comúnmente empleadas se encuentran el flujo óptico, el seguimiento de flujo y el seguimiento de características puntuales. Estas técnicas permiten capturar y analizar los cambios en el movimiento de las expresiones faciales para detectar y reconocer emociones.

### **Uso de redes neuronales convolucionales**

Las redes neuronales convolucionales han revolucionado el campo del reconocimiento de emociones basado en expresiones faciales. Estas redes están diseñadas para aprender automáticamente características relevantes de las imágenes faciales a través de múltiples capas convolucionales y de agrupación. Se entrenan con grandes conjuntos de datos etiquetados para reconocer patrones y características emocionales en las expresiones faciales. Las CNN han demostrado un alto rendimiento en la clasificación precisa de emociones y han sido ampliamente utilizadas en diversas aplicaciones de reconocimiento de emociones.

Las redes neuronales convolucionales “se han utilizado para tareas de reconocimiento de patrones como el reconocimiento de caras y el reconocimiento de números escritos a mano” (Matsugu et al., 2003, p. 555).

En el contexto del reconocimiento de emociones, las CNN se utilizan para extraer automáticamente características relevantes de las imágenes faciales, lo que permite un análisis más preciso y eficiente de las expresiones emocionales. Estas redes están diseñadas para procesar imágenes en capas, de manera similar a cómo el cerebro humano procesa la información visual.

Las CNN están compuestas por capas de convolución que realizan operaciones de convolución en las imágenes para extraer características de bajo y alto nivel. Estas capas convolucionales están seguidas de capas de agrupación (pooling), que reducen la dimensionalidad de las características extraídas y ayudan a conservar la información más relevante. Luego, se utilizan capas completamente conectadas para realizar la clasificación final de las emociones.

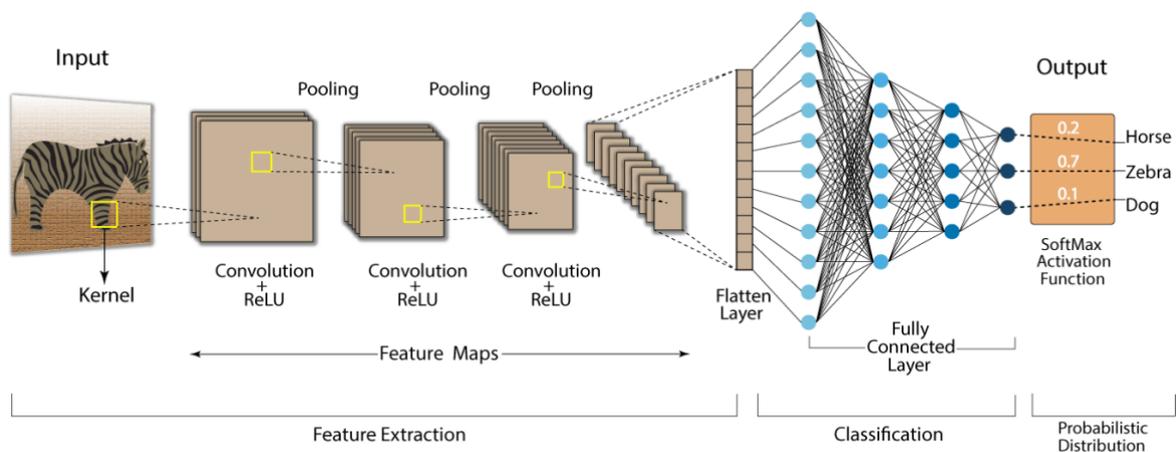
Uno de los principales beneficios de las CNN en el reconocimiento de emociones es su capacidad para aprender automáticamente las características relevantes a partir de los datos de entrenamiento. A diferencia de los enfoques tradicionales que requerían la extracción manual de características, las CNN pueden aprender patrones y representaciones de alto nivel directamente de las imágenes faciales, lo que las hace más robustas y generalizables.

Como se muestra en la Figura 1, las CNN pueden manejar eficientemente grandes volúmenes de datos y realizar inferencias en tiempo real, lo que las hace adecuadas para aplicaciones en tiempo real como el reconocimiento de emociones en videos en tiempo real o el monitoreo de expresiones faciales en entornos interactivos.

**Figura**

**1**

*Red Neuronal Convolutacional*



*Nota.* Tomado de *Convolution Neural Network* [Fotografía], por K. Swapna, 2020, Developers Breach (<https://developersbreach.com/convolution-neural-network-deep-learning>).

## Experiencias de unidades educativas con el reconocimiento de emociones

### Global

En China, una escuela secundaria en Hangzhou implementó un sistema de reconocimiento facial para monitorear a los estudiantes, también se utiliza para llevar un registro de la asistencia de los estudiantes, así como para realizar pagos en la cantina y para prestar artículos en la biblioteca utilizando el reconocimiento facial. Chan (2018) afirmó lo siguiente:

La tecnología escanea las aulas del instituto n° 11 de Hangzhou cada 30 segundos y registra las expresiones faciales de los alumnos, clasificándolas en felices, enfadados, temerosos, confusos o alterados. El sistema también registra acciones de los alumnos como escribir, leer, levantar la mano o dormir en el pupitre (párrafo 2).

Según el subdirector de la escuela secundaria número 11 de Hangzhou, se afirma que la privacidad de los estudiantes está protegida, ya que el sistema no almacena imágenes del aula y los datos se guardan en un servidor local en lugar de en la nube. Como podemos apreciar en la Figura 2, la imagen proporciona al sistema que está siendo expuesto en la feria de tecnología en Beijing.

### Figura

2

*Sistema de Reconocimiento Facial para Monitorear a los Estudiantes*



*Nota.* Tomado de *Visitors viewing a display of facial recognition* [Fotografía], por Mark Schiefelbein, 2018, Business Insider (<https://www.businessinsider.com/china-school-facial-recognition-technology-2018-5>).

Sin embargo, esta implementación ha generado preocupaciones en términos de privacidad y ética. El año pasado, la compañía Qihoo 360 en China tuvo que cerrar cientos de canales de transmisión en vivo de imágenes de vigilancia en el aula debido a las crecientes preocupaciones de privacidad. Estos canales transmitían imágenes de cámaras ubicadas en diversos lugares públicos, incluyendo aulas, protegidos solo por una contraseña.

Aunque la seguridad y la vigilancia en las escuelas son temas importantes, el uso de tecnología de reconocimiento facial plantea cuestionamientos sobre la invasión de la privacidad y la protección de datos personales. A pesar de que China no es el único país que introduce medidas de vigilancia en las escuelas, como lo demuestra el caso de Delhi en India, es necesario encontrar un equilibrio adecuado entre la seguridad y la protección de los derechos individuales.

Es evidente que el uso de tecnología de reconocimiento facial está en aumento en todo el mundo, y China se destaca por su amplia implementación. Las cámaras de vigilancia se utilizan para diversas finalidades, desde atrapar a peatones imprudentes hasta predecir el crimen. Sin embargo, es necesario establecer salvaguardias adecuadas para proteger la privacidad de las personas y garantizar que estas tecnologías no se utilicen de manera abusiva o invasiva.

### *Ecuador*

En Ecuador, la mayor evidencia que pude encontrar respecto al reconocimiento de emociones fue una tesis denominada *Sistema de entrenamiento para reconocimiento de emociones a través de gestos faciales* de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE).

“Se desarrolló un algoritmo de análisis capaz de predecir emociones faciales universales como son: miedo, feliz, triste, enojo, asco y sorpresa, a través de gestos faciales mediante un sistema previamente entrenado, utilizando aprendizaje automático en función de Machine Learning” (Santana Llumiquinga & Olmedo Cifuentes, 2019, p. 11).

Para entrenar el sistema, se utilizaron características extraídas de una base de datos de imágenes que representan las seis emociones básicas. Estas características se extrajeron utilizando la herramienta Classification Learner de Matlab y se generó un banco de datos con ellas. Luego se creó un modelo de entrenamiento utilizando las características previamente extraídas de cada emoción.

Se investigaron y evaluaron diferentes clasificadores para determinar cuál sería el más eficiente en la predicción de emociones en rostros nuevos. Se desarrolló un algoritmo que compara las características extraídas de una imagen a predecir con una base de datos existente de características. Esto permite obtener una comparación entre los resultados de la predicción previa y el resultado del algoritmo de comparación para determinar la emoción.

Los resultados obtenidos muestran que el clasificador SVM (Support Vector Machine) es más eficiente en comparación con el clasificador KNN (K-Nearest Neighbors), ya que el SVM está especialmente diseñado para el procesamiento de imágenes.

En resumen, este estudio demuestra la eficacia de un algoritmo de análisis basado en el reconocimiento de emociones faciales. El uso de técnicas de Machine Learning y clasificadores como SVM puede proporcionar resultados precisos en la predicción de emociones, lo que tiene implicaciones significativas en áreas como la psicología, la interacción humano-computadora y la inteligencia artificial.

#### *API*

Según el sitio web de la empresa Red Hat “es una interfaz de programación de aplicaciones (API o API web) que se ajusta a los límites de la arquitectura REST y permite la interacción con los servicios web de RESTful” (Red Hat, 2023, párrafo 1).

Las API proporcionan una forma eficiente de conectar productos y servicios sin necesidad de conocer los detalles de su implementación. Esto ahorra la creación de aplicaciones y significa un ahorro exponencial de tiempo y dinero. Las API brindan flexibilidad al simplificar el diseño, la administración y el uso de aplicaciones, y también ofrecen oportunidades de innovación al permitir el desarrollo de herramientas y productos nuevos.

En ocasiones, las API se consideran contratos, donde la documentación establece un acuerdo entre las partes. Si una parte envía una solicitud remota con una estructura específica, esa misma estructura determinará cómo responderá el software de la otra parte.

Las API también fomentan la colaboración entre los equipos comerciales y de TI, ya que simplifican la integración de elementos de nuevas aplicaciones en una arquitectura existente. Dado que las necesidades comerciales cambian rápidamente en respuesta a los mercados digitales en constante evolución, es importante poder implementar y desarrollar rápidamente servicios innovadores. Crear aplicaciones nativas de la nube implica conectar una

arquitectura de microservicios mediante el uso de API, lo que permite acelerar el proceso de desarrollo.

Las API no solo permiten conectar la infraestructura interna, sino que también posibilitan compartir datos con clientes y otros usuarios externos. Las API públicas proporcionan un valor comercial único al simplificar y ampliar las conexiones con socios, y pueden generar ingresos al monetizar los datos, como lo hace la API de Ubidots, Google maps y muchas más.

Por ejemplo, consideremos una empresa distribuidora de libros. En lugar de desarrollar una aplicación costosa y limitada para que los empleados de la librería verifiquen la disponibilidad de los libros, la distribuidora podría proporcionar una API que permita a los clientes acceder a los datos de inventario. Esto brinda varios beneficios, como la centralización de la información de inventario y la capacidad de realizar cambios internos sin afectar a los clientes, siempre y cuando la API mantenga su comportamiento.

Con una API pública, los desarrolladores de la distribuidora de libros, vendedores o terceros podrían crear aplicaciones para ayudar a los clientes a encontrar los libros que necesitan, lo que podría resultar en mayores ventas y oportunidades comerciales.

En resumen, las API ofrecen acceso controlado a recursos mientras se mantiene la seguridad. La forma en que se habilita el acceso y a quiénes se otorga depende de las decisiones del proveedor. La seguridad de las API se basa en una buena gestión, que puede incluir el uso de una puerta de enlace de API. Para conectarse a las API y crear aplicaciones que utilicen sus datos o funciones, se puede utilizar una plataforma de integración distribuida que conecte todos los componentes, como sistemas heredados e Internet de las cosas (IoT).

#### APIs de reconocimiento de emociones

##### *Google Cloud Vision API*

Google Cloud Vision API es un servicio de análisis de imágenes basado en la nube que utiliza la potencia del aprendizaje automático para proporcionar capacidades avanzadas de procesamiento de imágenes. Con esta API, puedes analizar y extraer información valiosa de imágenes y videos de forma rápida y precisa. Ya sea que necesites detectar objetos, rostros, emociones o texto en una imagen, Google Cloud Vision API tiene las herramientas necesarias para facilitar el análisis de imágenes a gran escala.

### Características Principales

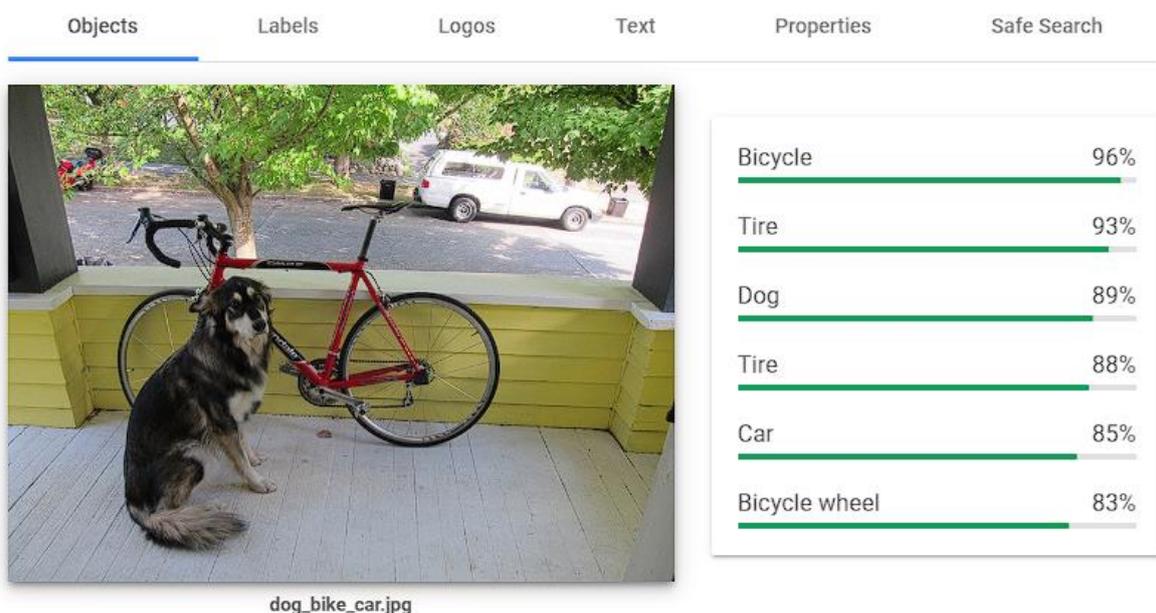
**Detección de Rostros:** La API tiene la capacidad de detectar y analizar rostros humanos en imágenes y proporcionar información detallada sobre ellos, como la posición, la expresión facial, la edad y el género. Esto puede ser útil en aplicaciones de reconocimiento facial, análisis demográfico y personalización de contenido.

**Detección de Objetos:** La API es capaz de identificar y clasificar diversos objetos presentes en una imagen. Puede reconocer una amplia gama de categorías, como animales, vehículos, muebles, alimentos, productos y más. Esta función es útil en aplicaciones de búsqueda visual, etiquetado automático de imágenes y recomendación de productos. Como vemos en la Figura 3, reconoce con mucha precisión los objetos que contiene la imagen.

### Figura

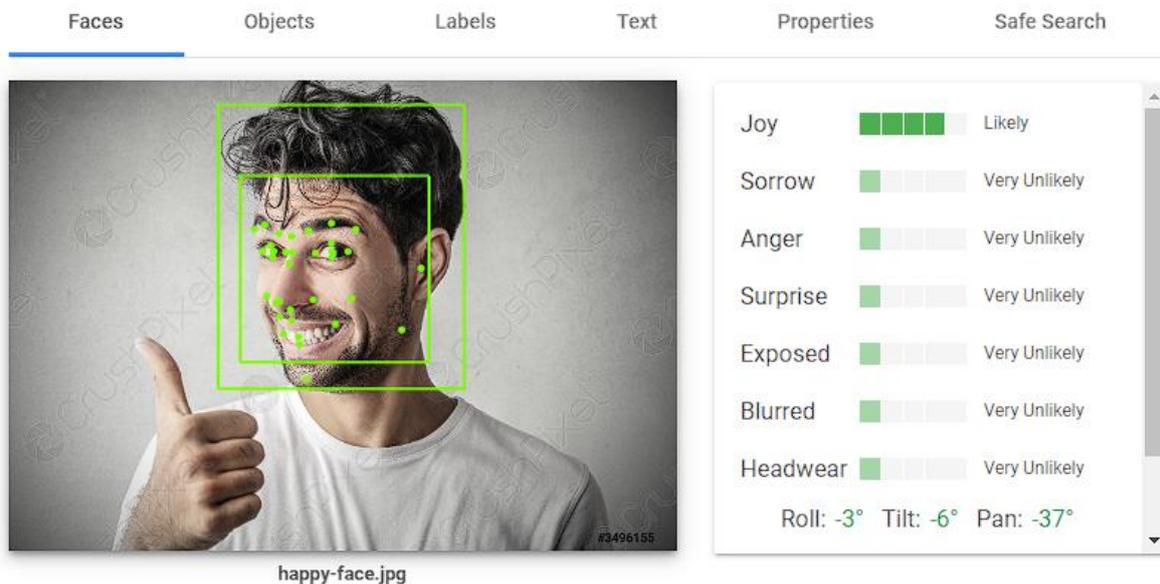
3

*Reconocimiento de Objetos con Google Cloud Vision API*



**Detección de Emociones:** Google Cloud Vision API puede analizar expresiones faciales y detectar emociones como felicidad, tristeza, ira, sorpresa, disgusto y confusión. Esto permite comprender y capturar las reacciones emocionales de las personas en imágenes y videos. Es especialmente útil en aplicaciones de análisis de sentimientos, evaluación de contenido multimedia y marketing emocional. Como apreciamos en la Figura 4, reconoce la emoción correcta presentada en la imagen.

### Reconocimiento de Emociones con Google Cloud Vision API



**Reconocimiento de Texto:** La API puede extraer y reconocer texto en imágenes, incluidas palabras impresas y escritas a mano. Proporciona la capacidad de detectar el texto, realizar su segmentación en bloques y reconocer su contenido. Esto es valioso en aplicaciones de OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres), traducción automática, análisis de documentos y más.

**Seguridad y Privacidad:** Google Cloud Vision API garantiza altos niveles de seguridad y privacidad. Los datos enviados a la API se procesan de forma confidencial y se mantienen seguros en los servidores de Google. Además, se ofrecen opciones de configuración para cumplir con los requisitos de privacidad y protección de datos.

**Integración Fácil:** La API se integra fácilmente con otras herramientas y servicios de Google Cloud Platform, lo que facilita la implementación y el desarrollo de aplicaciones. También proporciona bibliotecas y API REST para varios lenguajes de programación, lo que permite una integración suave en entornos de desarrollo existentes.

#### Casos de Uso

Google Cloud Vision API se aplica en una amplia variedad de casos de uso, incluyendo:

1. Automatización de tareas de etiquetado y clasificación de imágenes en aplicaciones de gestión de contenido y bibliotecas digitales.

2. Análisis de sentimientos y evaluación de contenido multimedia en redes sociales y plataformas de marketing.
3. Reconocimiento facial para aplicaciones de autenticación biométrica y detección de fraudes.
4. Búsqueda visual y recomendación de productos en aplicaciones de comercio electrónico.

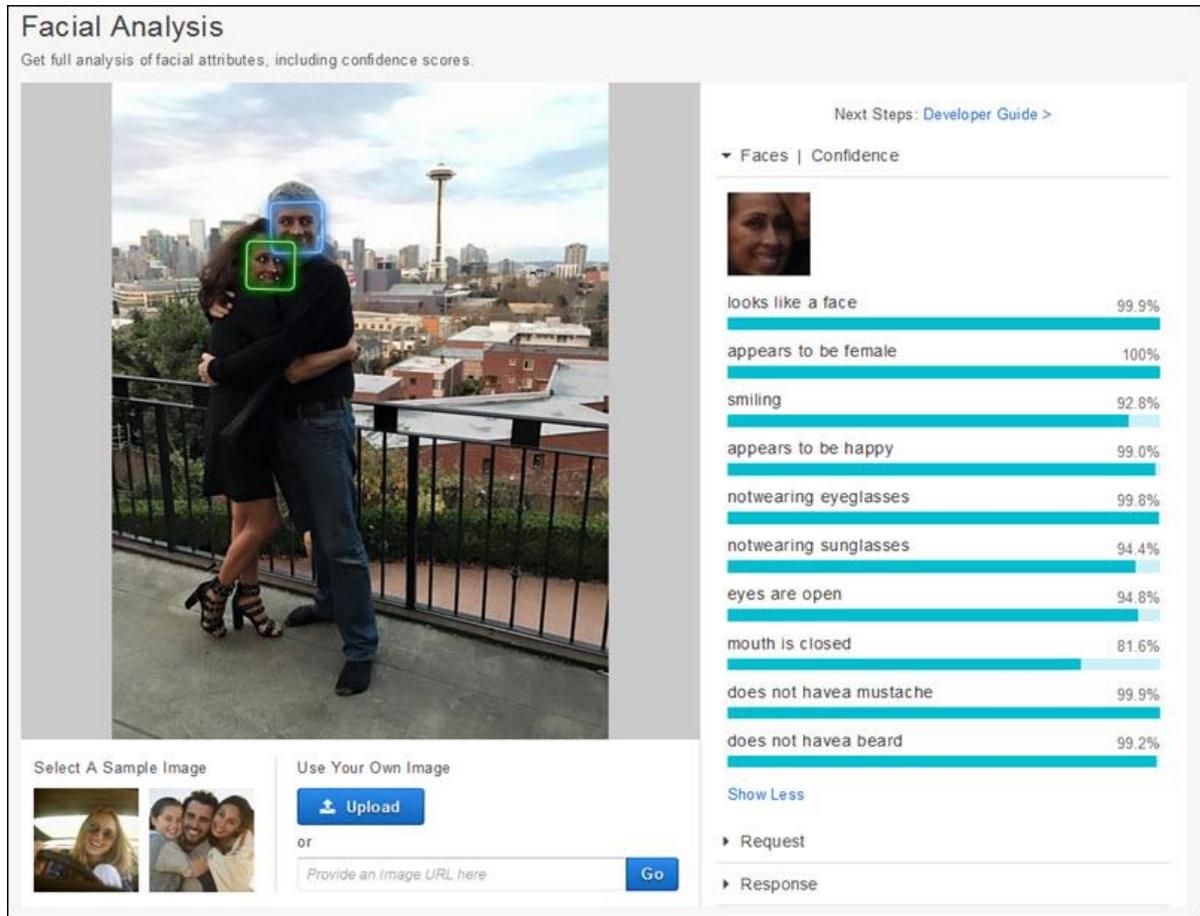
### Amazon Rekognition

Amazon Rekognition es un servicio de análisis de imágenes y videos basado en la nube que utiliza la potencia del aprendizaje automático para proporcionar capacidades avanzadas de reconocimiento visual. Con esta solución de inteligencia artificial, puedes analizar y extraer información valiosa de imágenes y videos de forma rápida y precisa. Amazon Rekognition ofrece una amplia gama de funcionalidades, desde el reconocimiento facial y la detección de objetos hasta el análisis de emociones y la identificación de texto en imágenes.

#### Características Principales

**Reconocimiento Facial:** Amazon Rekognition permite detectar y analizar rostros en imágenes y videos. Puede identificar características faciales como los ojos, la nariz y la boca, y proporcionar información detallada sobre las emociones, la edad y el género de las personas. Esta función es útil en aplicaciones como la autenticación biométrica, la gestión de identidades y el análisis demográfico. Como podemos apreciar en la Figura 5, Amazon Rekognition trabaja perfectamente detectando las caras en la imagen.

Reconocimiento Facial por Amazon Rekognition



Nota. Tomado de *Facial Analysis* [Fotografía], por J. Barr, 2022, Amazon Web Services (<https://aws.amazon.com/es/blogs/aws/amazon-rekognition-image-detection-and-recognition-powered-by-deep-learning/>).

Detección y Clasificación de Objetos: El servicio puede identificar y clasificar objetos y escenas presentes en imágenes y videos. Puede reconocer una amplia gama de categorías, como animales, vehículos, edificios, alimentos y más. Esta capacidad es valiosa en aplicaciones de búsqueda visual, etiquetado automático de contenido y análisis de contenido multimedia. Como vemos en la Figura 6, Amazon Rekognition detecta que es un animal, incluso reconoce la raza a la que pertenece dicho animal.

### Detección y Clasificación de Objetos por Amazon Rekognition

**Object and Scene Detection**  
Receive automatic image labeling of objects, concepts, and scene detection with a confidence score. (Your images will not be stored.)

Next Steps: [Developer Guide >](#)

Labels	Confidence
animal	97.9%
dog	97.9%
golden retriever	97.9%
pet	97.9%

Request

Response

```
[
  {
    "Confidence": 97.97281646728516,
    "Name": "animal"
  },
  {
    "Confidence": 97.97281646728516,
    "Name": "dog"
  },
  {
    "Confidence": 97.97281646728516,
    "Name": "golden_retriever"
  },
  {
    "Confidence": 97.97281646728516,
    "Name": "pet"
  }
]
```

*Nota.* Tomado de *Object and Scene Detection* [Fotografía], por J. Barr, 2022, Amazon Web Services (<https://aws.amazon.com/es/blogs/aws/amazon-rekognition-image-detection-and-recognition-powered-by-deep-learning/>).

**Análisis de Emociones:** Amazon Rekognition puede analizar expresiones faciales y detectar una variedad de emociones, incluyendo felicidad, tristeza, ira, sorpresa y disgusto. Esto permite comprender y capturar las reacciones emocionales de las personas en imágenes y videos. Es especialmente útil en aplicaciones de análisis de sentimientos, evaluación de contenido multimedia y marketing emocional.

**Detección de Texto:** El servicio puede identificar y extraer texto de imágenes y videos, incluyendo palabras impresas y escritas a mano. Proporciona la capacidad de reconocer texto en diversos contextos, como carteles, pancartas, documentos y más. Esta funcionalidad es valiosa en aplicaciones de OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres), traducción automática y análisis de documentos.

**Análisis de Contenido Inapropiado:** Amazon Rekognition puede detectar y analizar contenido inapropiado o no deseado en imágenes y videos, como violencia, desnudez y contenido ofensivo. Esta característica es útil en aplicaciones de moderación de contenido, protección de marca y seguridad en línea.

**Integración Fácil:** Amazon Rekognition se integra de forma sencilla con otros servicios y herramientas de Amazon Web Services (AWS), lo que facilita su implementación y desarrollo en aplicaciones existentes. Además, ofrece SDKs y API REST para varios lenguajes de programación, permitiendo una integración suave en diversos entornos de desarrollo.

**Seguridad y Privacidad:** Amazon Rekognition garantiza altos niveles de seguridad y privacidad. Los datos enviados al servicio se procesan de forma confidencial y se mantienen seguros en la plataforma de AWS. Además, se proporcionan controles y configuraciones para cumplir con los requisitos de privacidad y protección de datos.

#### **Casos de Uso**

Amazon Rekognition se aplica en una amplia variedad de casos de uso, incluyendo:

1. Análisis y clasificación de imágenes en aplicaciones de gestión de activos digitales y bibliotecas de medios.
2. Autenticación biométrica y reconocimiento facial en aplicaciones de seguridad y control de acceso.
3. Búsqueda visual y recomendación de productos en plataformas de comercio electrónico.
4. Análisis de contenido multimedia y evaluación de sentimientos en redes sociales y marketing digital.
5. Moderación de contenido y filtrado de contenido inapropiado en plataformas en línea.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### Tipo de Investigación

En esta investigación se emplea el enfoque cualitativo debido a que busca evaluar ciertas características de una población o situación específica. Se hace uso del método descriptivo porque se describirá nuestro proyecto de investigación, sin embargo, no se abordará el por qué.

“La investigación de tipo cualitativo, además, está orientada al proceso, no a los resultados” (Abero et al., 2015, p. 49). “Por su parte, la investigación cualitativa responde a un paradigma que entiende la realidad como una construcción social” (Valle et al., 2022, p. 11).

La investigación descriptiva es un tipo de investigación que tiene como objetivo principal describir y analizar las características, propiedades y perfiles de un fenómeno o fenómenos particulares. Se enfoca en recopilar datos relevantes para obtener una comprensión completa y detallada de los aspectos observables y medibles del fenómeno estudiado.

En la investigación descriptiva, se busca recopilar información precisa y sistemática sobre variables específicas sin realizar manipulación o intervención en las mismas. Se centra en medir y evaluar diferentes aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno estudiado, y se utiliza frecuentemente en etapas iniciales de la investigación para establecer una base sólida de conocimiento y comprensión del tema.

Babbie (2000) afirmó lo siguiente:

El censo de Estados Unidos es un ejemplo excelente de Investigación social descriptiva. La meta del censo era describir con fidelidad y precisión una amplia variedad de características de la población estadounidense, así como de las poblaciones de áreas menores, como estados y condados. Entre otros ejemplos de estudios descriptivos se encuentran el cómputo de perfiles por edad y sexo de las poblaciones que realizan los demógrafos y el cálculo de los índices delictivos de diversas ciudades. (p. 48)

La investigación descriptiva es una metodología valiosa que permiten obtener una comprensión detallada y precisa de los fenómenos o comportamientos que se estudian. A través de la recopilación y el análisis de datos, la investigación descriptiva brinda una imagen

clara y objetiva de cómo son las cosas en un determinado contexto. Ayuda a responder preguntas sobre quiénes son las personas involucradas, qué características o variables están presentes y cómo se relacionan entre sí. Además, la investigación descriptiva proporciona una base sólida para generar hipótesis o investigaciones posteriores, así como para tomar decisiones informadas y diseñar intervenciones adecuadas. En resumen, la investigación descriptiva es una herramienta esencial en el campo de la investigación social y permite comprender mejor el mundo.

#### **Técnicas aplicadas para la obtención de información**

La técnica de recolección de datos que se utilizó en la presente investigación fue la encuesta.

Según Jansen (2013) “la palabra encuesta se refiere al estudio de una población a través de la observación de sus miembros, de la manera en la que los censos se han llevado a cabo por años” (p. 42).

La encuesta es una técnica de investigación que busca obtener información sistemática y estructurada sobre actitudes, opiniones, comportamientos o características de una muestra representativa de una población específica. El objetivo principal de las encuestas es obtener una visión panorámica y representativa de la realidad de interés, lo que permite analizar patrones, tendencias y relaciones entre variables.

El instrumento que se utilizó fue el cuestionario, estuvo diseñado con preguntas cerradas bajo la escala de Likert, se hizo uso de la herramienta Forms de Google para poder difundirla mediante correo electrónico. Los puntos tipo Likert utilizado se valora de la siguiente manera.

1. 1 punto: Totalmente en desacuerdo
2. 2 puntos: En desacuerdo
3. 3 puntos: Indiferente
4. 4 puntos: De acuerdo
5. 5 puntos: Totalmente de acuerdo

La escala de Likert según Bedoya (2017) “Se compone por una serie de ítems o perfiles a modo de afirmación, ante los cuales se solicita el juicio del sujeto. Los perfiles o ítems representan la propiedad que el investigador está interesado en medir” (p. 30).

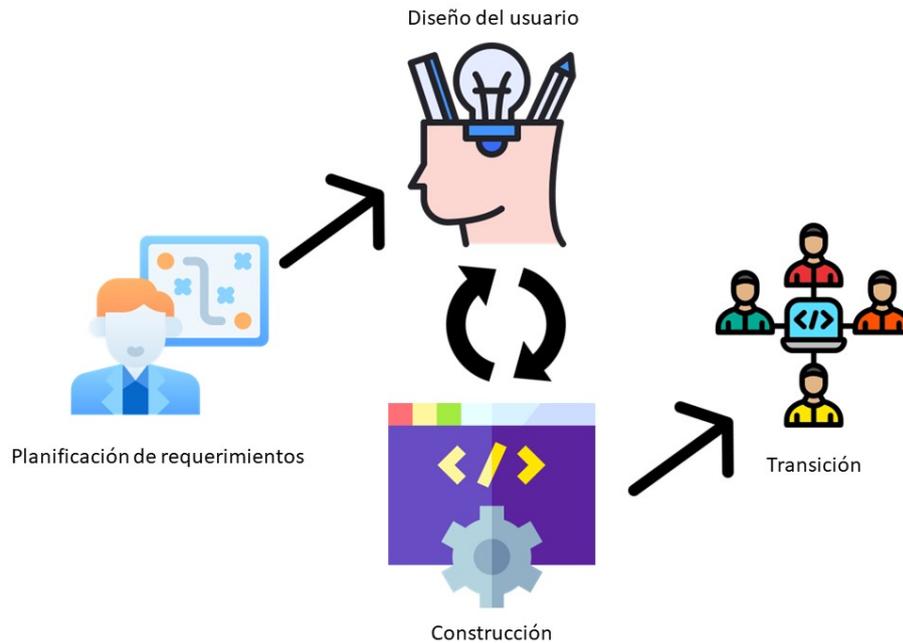
El cuestionario estuvo conformado por 7 ítems y fue dirigida a varios docentes de la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Estas encuestas proporcionaron información muy importante acerca del grado de conocimiento de parte de los docentes acerca del reconocimiento de emociones a través de expresiones faciales, también ayudó a conocer la perspectiva de los docentes conforme a las ventajas que el proyecto les podría proporcionar a su desarrollo profesional como docente.

### **Metodología del desarrollo**

La metodología seleccionada para el proceso de desarrollo es el desarrollo rápido de aplicaciones (RAD), Según Puteri y Effendi (2018) sugiere que “RAD es un modelo de proceso de software que hace hincapié en un ciclo de vida de desarrollo corto. RAD es una versión rápidamente adaptada del modelo en cascada, utilizando un enfoque de construcción de componentes” (p. 131).

Esta metodología sigue un proceso dividido en cuatro etapas principales, como se observa en la Figura 7. La primera etapa es la Planificación de Requerimientos, donde se identifican y definen los objetivos del proyecto y los requisitos clave. En esta fase, se trabaja estrechamente con los interesados para establecer un alcance claro y determinar las funcionalidades prioritarias. La segunda etapa, Diseño del Usuario, implica la creación de prototipos y maquetas rápidas para visualizar cómo será la interfaz de usuario y cómo interactuarán los usuarios con la aplicación. La retroalimentación de los usuarios es fundamental en esta etapa para refinar y mejorar el diseño. La tercera etapa es la Construcción, en la cual se desarrolla el software en iteraciones cortas y frecuentes, enfocándose en las características más importantes primero y agregando funcionalidades adicionales en versiones sucesivas. Finalmente, la etapa de Transición se centra en la entrega e implementación del producto final al cliente. Es en esta fase donde se realizan las pruebas finales, se capacita a los usuarios y se asegura una transición exitosa hacia la producción y el uso continuo de la aplicación.

*Etapas de la metodología RAD*

Las etapas de la metodología RAD están diseñadas para ofrecer una entrega rápida y efectiva de software funcional, brindando flexibilidad y adaptabilidad a lo largo del proceso de desarrollo.

**Análisis de resultados**

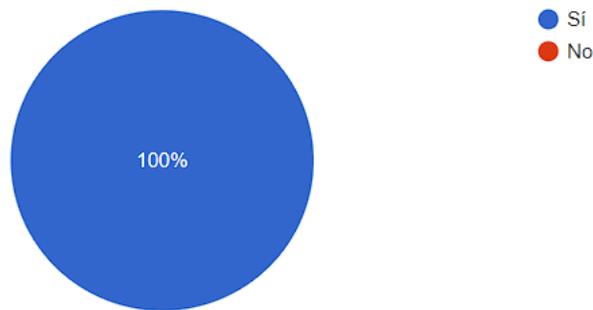
El método utilizado para la presente recolección de datos fue la encuesta, el instrumento que se utilizó fue el cuestionario, el cual contenía 7 preguntas (ver **Apéndice**), y la muestra escogida fueron los docentes de la Facultad de Ingeniería. Se realiza un análisis de cada respuesta proporcionada por la muestra, con el propósito de conocer el grado de conocimiento acerca de las tecnologías usadas en el proyecto y su perspectiva en cuanto a la implementación del prototipo.

Como se observa en la Figura 8, todos los docentes que participaron en la encuesta conocen la tecnología que se usa el prototipo de valoración de clases.

**Figura**

**8**

*Primera pregunta de la encuesta*

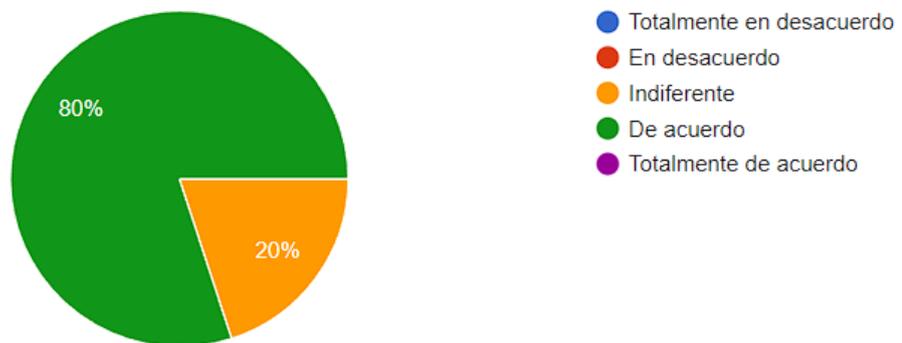


Como se puede apreciar en la Figura 9, el 80% de los docentes está de acuerdo en que el reconocimiento de emociones en clases le brindará información de valor para identificar áreas de mejora en su enseñanza. El 20% de la muestra manifestó que le es indiferente.

**Figura**

**9**

*Segunda pregunta de la encuesta*

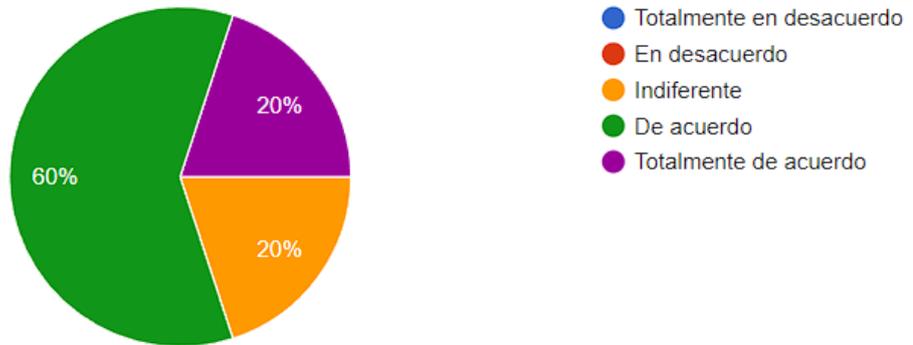


La Figura 10 exhibe que el 80% de los encuestados considera que el uso de reconocimiento de emociones en el aula ayuda a identificar si el estudiante está atento a la clase, y al 20% de los encuestados, respondió de manera neutral.

**Figura**

**10**

*Tercera pregunta de la encuesta*

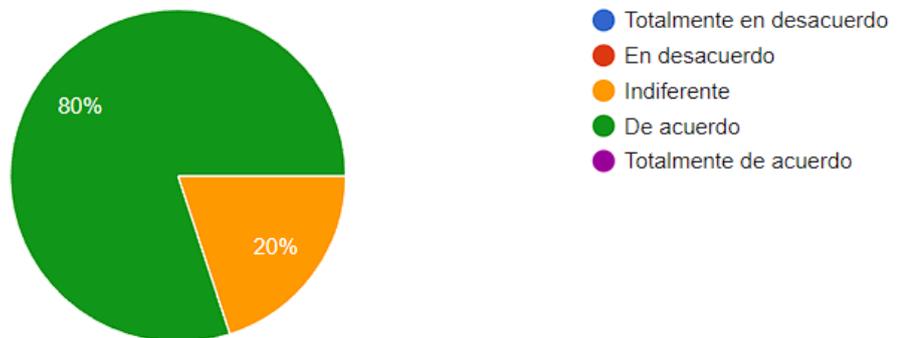


Como se observa en la Figura 11, El 80% de la muestra está de acuerdo en que el prototipo podría ser una herramienta valiosa para mejorar la calidad de enseñanza en el aula. El 20% se conserva neutral.

**Figura**

**11**

*Cuarta pregunta de la encuesta*

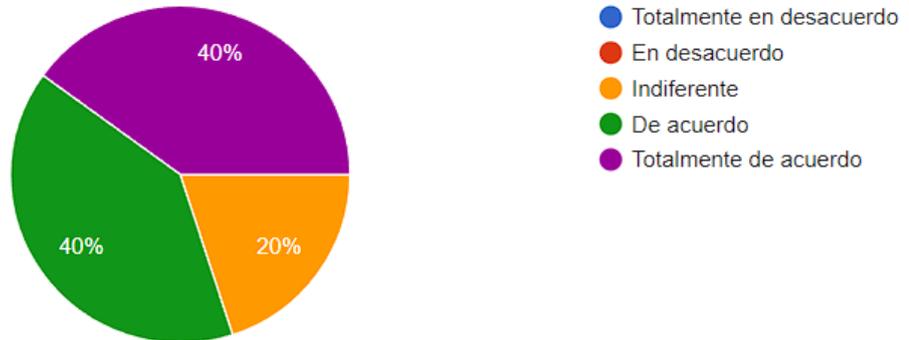


Como se aprecia en la Figura 12, se dispersaron las respuestas, El 40% está totalmente de acuerdo en que el prototipo podría contribuir a su desarrollo profesional como docente, mientras que el otro 40% sólo está de acuerdo y el 20% le parece indiferente.

**Figura**

12

*Quinta pregunta de la encuesta*



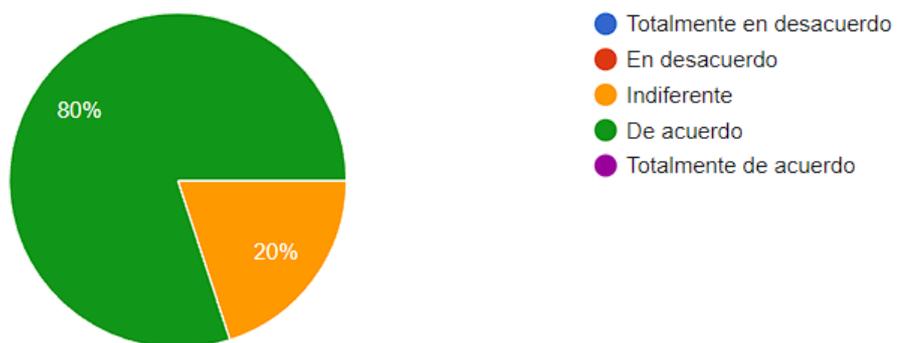
En la figura 13 se aprecia que el 80% de la muestra considera que el prototipo podría brindar nuevas perspectivas sobre cómo los estudiantes reaccionan emocionalmente durante las clases, mientras que el 20% restante, le parece indiferente.

**Figura**

13

*Sexta pregunta de la encuesta*

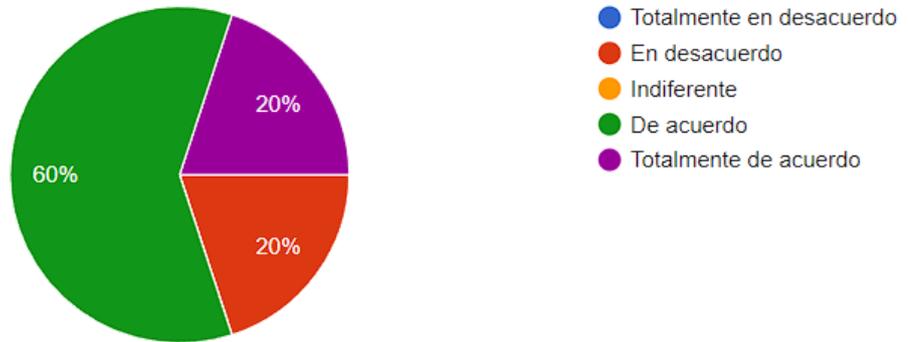
Considera que el reconocimiento de emociones en clases podría ofrecer nuevas perspectivas sobre cómo los estudiantes reaccionan emocionalmente durante las clases.



Como se observa en la Figura 14, el 80% de los encuestados está dispuesto a recibir capacitación para utilizar el prototipo de valoración de clases, mientras el 20% no está de acuerdo en recibir dicha capacitación.

**Figura**

*Séptima pregunta de la encuesta*



## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA TECNOLÓGICA**

#### **Introducción**

Con el propósito de enriquecer la información adicional disponible durante las clases dictadas por el docente, se ha concebido y materializado un prototipo, que tiene como objetivo la detección e identificación de las emociones de los estudiantes mediante el análisis de sus expresiones faciales. Una vez recolectados estos datos, el sistema exhibirá la emoción predominante que se haya manifestado con mayor frecuencia a lo largo del transcurso de la clase.

#### **Objetivo**

Exponer la emoción que prevalece con mayor constancia entre los estudiantes durante las sesiones de clases en la carrera de Computación de la Facultad de Ingeniería, brindando información complementaria sobre el desempeño del docente.

#### **Herramientas de desarrollo**

Para el desarrollo del prototipo de valoración

1. La elección del editor de código para este proyecto recayó en Visual Studio Code, ya que es una herramienta de programación gratuita, altamente personalizable y compatible con múltiples lenguajes de programación.
2. Python es el lenguaje de programación principal para el manejo de visión artificial, fue elegido debido a las librerías que tiene acceso, como openCV.
3. Flask fue elegido como framework de desarrollo del backend, debido a que posee una filosofía simple y minimalista, gran rendimiento y rapidez.
4. JavaScript es el lenguaje de programación requerido para la web, fue elegido para manejar los eventos en el fronted.
5. Vue fue elegido como framework de desarrollo para el fronted por su curva de aprendizaje rápida y fácil integración con Flask.

6. Amazon Rekognition fue elegida API para el reconocimiento de emociones debido a que la respalda una empresa gigante como lo es Amazon, su basta documentación y fácil uso.
7. Se eligió a MySQL como base de datos relacional, en esta base se guardará todos los datos obtenidos de la detección facial y el reconocimiento de emociones.

### Costos del prototipo

La Figura 15 muestra los precios de la API de Amazon Rekognition, el cual se divide según las llamadas a la API, para nuestro caso, se usará el grupo 2 debido a que se necesita utilizar la propiedad DetectFaces.

### Figura

15

*Precios de Amazon Rekognition*

Grupo	API*	Primer millón de imágenes	Siguientes 4 millones de imágenes	Siguientes 30 millones de imágenes	Siguientes 35 millones de imágenes
Grupo 1	AssociateFaces				
	CompareFaces				
	DisassociateFaces				
	IndexFaces				
	SearchFacesbyImage	0,001 USD	0,0008 USD	0,0006 USD	0,0004 USD
	SearchFaces				
	SearchUsersByImage				
Grupo 2	SearchUsers				
	DetectFaces				
	DetectModerationLabels				
	DetectLabels**	0,001 USD	0,0008 USD	0,0006 USD	0,00025 USD
	DetectText				
Image Properties***	RecognizeCelebrities				
	DetectPPE				
	Image Properties***	0,00075 USD	0,0006 USD	0,00045 USD	0,0001875 USD

*Nota.* Tomado de *Precios de Amazon Rekognition* [Tabla], por AWS s.f., Amazon Web Services (<https://aws.amazon.com/es/rekognition/pricing/>).

Adicionalmente, se necesita una cámara web, debe contar con resolución mínima de 1080p, en la Figura 16, se muestra de ejemplo la que se utilizó para las pruebas del prototipo.

Precio de cámara web recomendada



Logitech. Webcam portátil C615 HD de 1080 pixel con autofocus, Negro talla única

Visita la tienda de Logitech  
4.4 ★★★★★ 8,597 calificaciones  
| 717 preguntas respondidas  
Climate Pledge Friendly

-7 % US\$ **64<sup>99</sup>**  
Precio recomendado: ~~US\$69.99~~

Devoluciones GRATIS

Get \$50 off instantly: Pay \$14.99 ~~\$64.99~~ upon approval for Amazon Visa. No annual fee.

Disponible a un precio menor de otros vendedores que podrían no ofrecer envío Prime gratis.

Estilo:  
C615

Marca	Logitech
Tecnología de conectividad	Usb
Tipo de memoria	Micro SD
Color	Negro
Características	Reducción de ruido, Compatible con HD, Micrófono

Nota. Tomado de Amazon [Fotografía], por Amazon, s.f., Amazon (<https://www.amazon.com/-/es/dp/B004YW7WCY/>).

El costo de la cámara web sería por aula de clase, por lo tanto, no se necesitaría comprar por cada asignatura. Teniendo en cuenta que el prototipo toma una foto y hace una petición a la API cada 20 segundos, y la duración en promedio de una asignatura es de 2 horas.

Como se observa en la Figura 17, Se detallan los costos para la implementación y funcionamiento del prototipo, no se incluye valor de hosting debido a que utilizará un servidor local.

3 llamadas a la API por minuto, debido a que se llama a la API cada 20 segundos.

**Figura**

17

*Costo de implementación y funcionamiento del prototipo*

ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
API	360	\$ 0,001	\$ 0,36
CÁMARA WEB	1	\$ 64,99	\$ 64,99
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>\$ 65,35</b>

Diagrama entidad-relación

Como se observa en la Figura 18, es el diagrama entidad-relación implementado en el proyecto para el almacenamiento de la información.

**Figura**

18

*Diagrama entidad-relación del prototipo de valoración de clases*

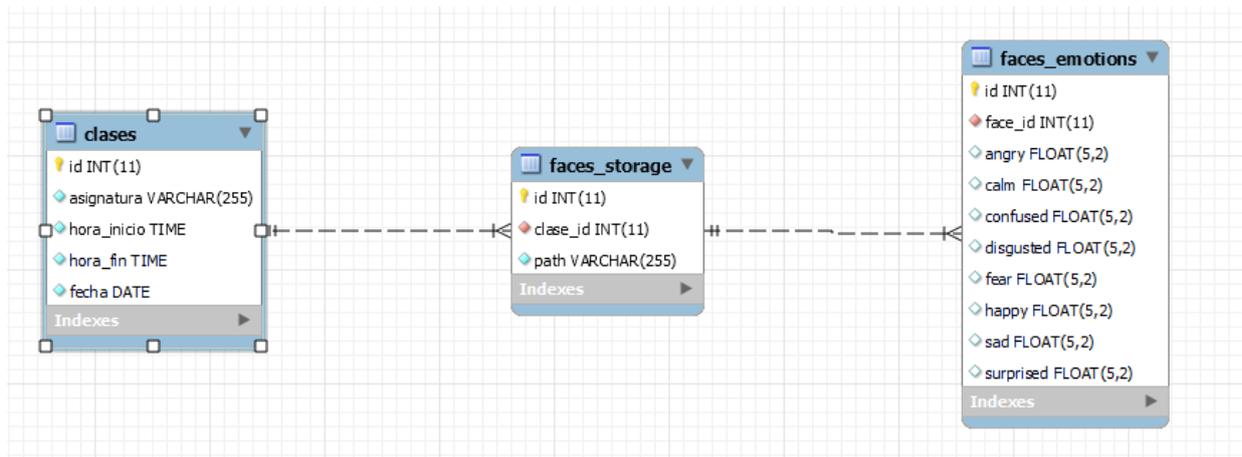
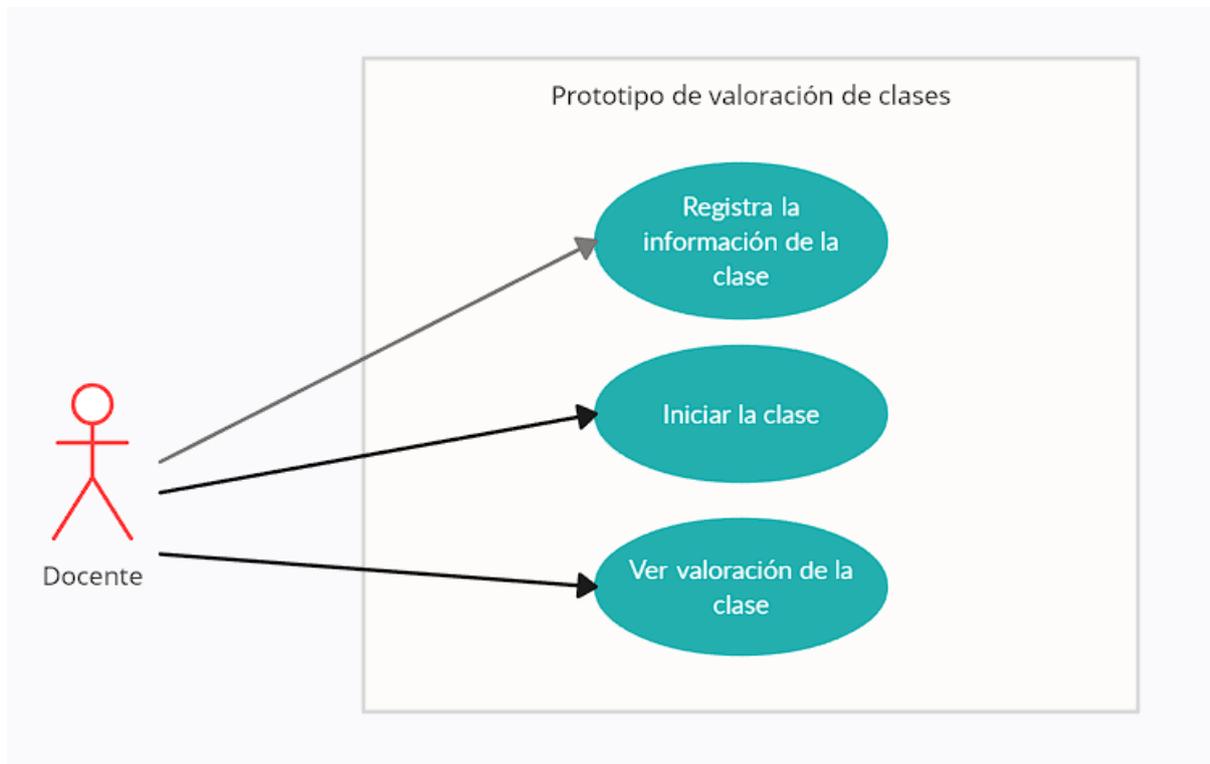


Diagrama de casos de uso

Como se observa en la Figura 19, se ha realizado el diagrama de casos de uso para el prototipo de valoración de clases a través de expresiones faciales.

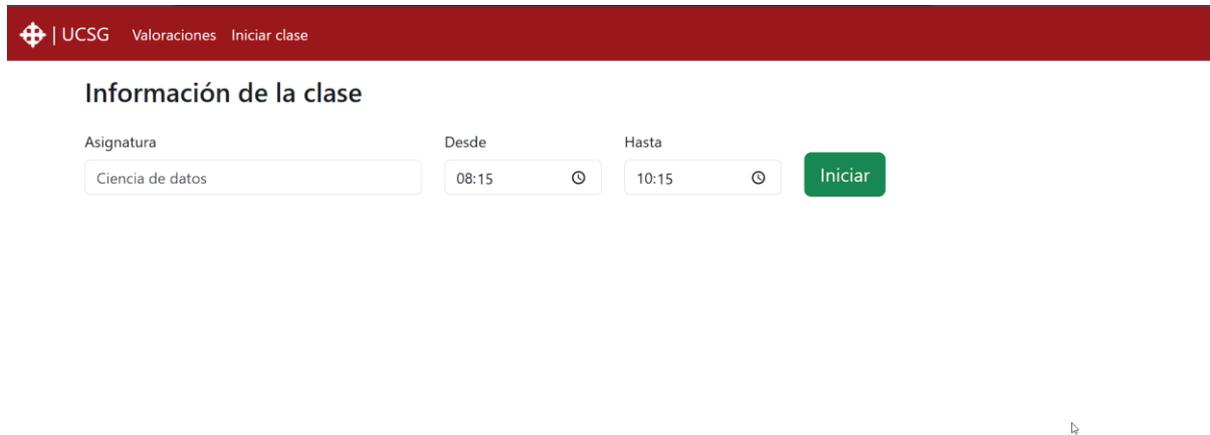
Diagrama de casos de uso para el prototipo



Pantallas del prototipo

Como se observa en la Figura 20, se muestra el formulario para el registro de la clase que se va a analizar, una vez lista la clase, se debe dar click en el botón de color verde que indica iniciar.

*Módulo de registro de la clase*

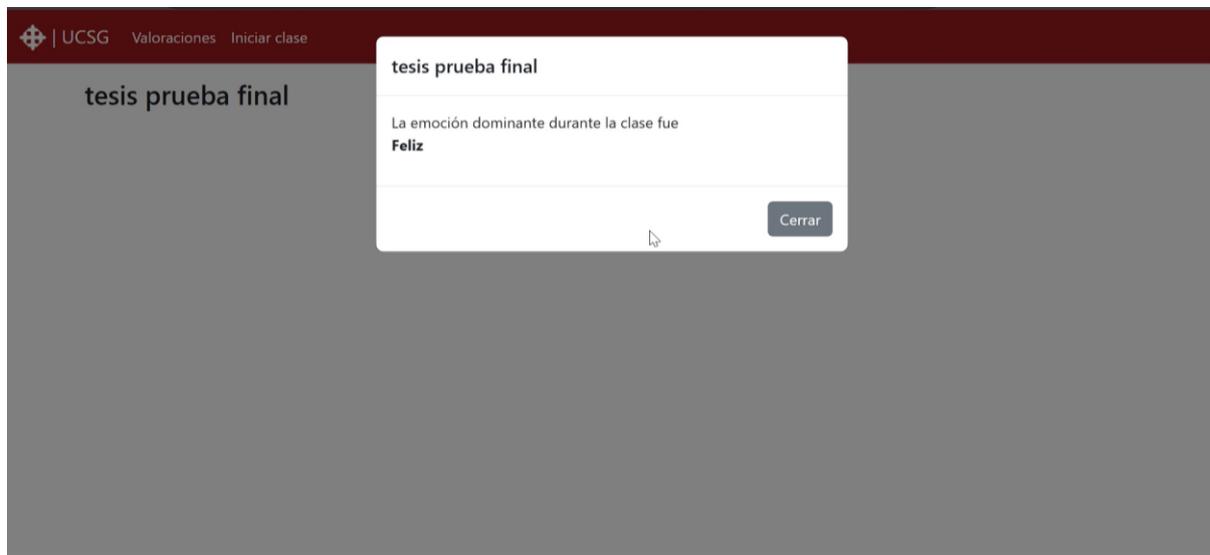


La Figura 21 exhibe el funcionamiento del proyecto, este módulo consta del título de la asignatura, un botón terminar clase y video en vivo captado por la cámara, el cual, estará analizando las expresiones faciales para luego, en conjunto con la API, reconocer las emociones de cada cara detectada.

*Módulo de reconocimiento de emociones a través de las expresiones faciales*

Al dar click en el botón finalizar clase, aparece un modal, indicando el nombre de la asignatura y la emoción que más predominó durante la clase, tal y como se muestra en la Figura 22.

Modal de finalización de la clase



Como se observa en la Figura 23, el módulo de valoraciones muestra una tabla de todas las materias que se han registrados, junto con el horario, la emoción dominante y la emoción que menos se repitió durante la clase.

Módulo de valoraciones

Valoraciones					
Asignatura	Fecha	Desde	Hasta	Emoción dominante	Emoción menos dominante
Biología	2023/07/27	08:10	09:10	Calmado	Feliz
Ciencia de datos	2023/08/21	02:26	04:26	Miedo	Feliz
Matemáticas	2023/07/27	13:00	14:00	Calmado	Feliz
Matemáticas Discretas	2023/07/28	08:00	10:00	Feliz	Calmado
tesis prueba final	2023/08/22	09:00	11:00	Feliz	Disgustado

## CONCLUSIONES

1. Se complicó analizar las buenas prácticas del uso de la tecnología para la valoración de clases a través de expresiones faciales en otras universidades, debido a que no se encontró registros de esta, sólo prototipos, basándose en estos prototipos, se logró identificar y analizar las mejores prácticas para realizar el proyecto.
2. Se identificó el algoritmo de openCV y herramientas necesarias para capturar el fotograma donde detecte un rostro y se almacene en nuestro proyecto.
3. Debido a la necesidad del sistema, se escogió el modelo de reconocimiento de emociones de Amazon, conocido como Amazon Rekognition, ya que ofrece datos suplementarios en comparación con el modelo de Google Cloud Vision.
4. Se desarrolló un aplicativo web que permite detectar e identificar las emociones durante la clase, además de, en un listado de las clases, visualizar la emoción dominante que más prevaleció en dicha clase.
5. Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el prototipo de valoración de clases han confirmado de manera concluyente la hipótesis planteada, el sistema ha demostrado su eficacia al proporcionar información valiosa y complementaria sobre el desempeño del docente a través del análisis de las expresiones faciales de la muestra. Estos hallazgos respaldan la utilidad y la aplicabilidad del prototipo en la evaluación de la calidad educativa.

### **RECOMENDACIONES**

1. Dado que este proyecto se trata de un prototipo, se recomienda llevar a cabo una implementación más exhaustiva y cercana a la realidad.
2. Desarrollar una IA que sea capaz de detectar las emociones en una imagen.
3. Integrar el proyecto con el SIU de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

## REFERENCIAS

- Abero, L., Berardi, L., Capocasale, A., García Montejo, S., & Rojas Soriano, R. (2015). Investigación educativa: Abriendo puertas al conocimiento.
- Barr, J. (30 de noviembre de 2016). Amazon Rekognition – Image Detection and Recognition Powered by Deep Learning. *AWS News Blog*. <https://aws.amazon.com/es/blogs/aws/amazon-rekognition-image-detection-and-recognition-powered-by-deep-learning/>
- Bedoya, C. (2017). *Diseño de un instrumento tipo escala Likert para la descripción de las actitudes hacia la tecnología por parte de los profesores de un colegio público de Bogotá* [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repositorios.educacionbogota.edu.co/handle/001/2588>
- Chan, T. (20 de mayo de 2018). A school in China is monitoring students with facial-recognition technology that scans the classroom every 30 seconds. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.com/china-school-facial-recognition-technology-2018-5>
- Swapna, K. (21 de Agosto de 2020). Convolutional Neural Network | Deep Learning. *Developers Breach*. <https://developersbreach.com/convolution-neural-network-deep-learning/>
- Hasan, K., Ahsan, M. S., Abdullah-Al-Mamun, Newaz, S. S., & Lee, G. M. (2021). Human Face Detection Techniques: A Comprehensive review and Future research Directions. *Electronics*, 10(19), 2354. <https://doi.org/10.3390/electronics10192354>
- Hatem, H., Zou, B., & Majeed, R. (2015). A survey of feature base methods for human face detection. *International Journal of Control and Automation*, 8(5), 61-78. <https://doi.org/10.14257/ijca.2015.8.5.07>
- Jansen, H. (2013). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. *Paradigmas*, 5(1), 39-72. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4531575.pdf>
- Kumar, A., Kaur, A., & Kumar, M. (2018). Face Detection Techniques: a review. *Artificial Intelligence Review*, 52(2), 927-948. <https://doi.org/10.1007/s10462-018-9650-2>
- Li, S. Z., & Jain, A. K. (2011). Handbook of face recognition. En *Springer eBooks*. <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-932-1>

- Matsugu, M., Mori, K., Mitari, Y., & Kaneda, Y. (2003). Subject independent facial expression recognition with robust face detection using a convolutional neural network. *Neural Networks*, 16(5-6), 555-559. [https://doi.org/10.1016/s0893-6080\(03\)00115-1](https://doi.org/10.1016/s0893-6080(03)00115-1)
- Puteri, M. P., & Effendi, H. (2018). Implementasi metode RAD pada website Service Guide “Tour Waterfall South Sumatera”. *Jurnal Sistem Informasi dan Komputer*, 7(2), 130-136. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v7i2.570>
- Red Hat. (s.f.). *REST API*. Recuperado el 30 de julio de 2023 de <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-is-a-rest-api>
- Santana Llumiquinga, G., & Olmedo Cifuentes, G. (2019). *Sistema de entrenamiento para reconocimiento de emociones a través de gestos faciales* [Trabajo de titulación, Universidad de las fuerzas armadas ESPE]. Repositorio Institucional - Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Paul Ekman Group. (s.f.). *Universal Emotions*. Recuperado el 25 de julio de 2023 de <https://www.paulekman.com/universal-emotions/>
- Valle, A., Manrique, L., Revilla, D. (2022). *La investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Yang, M., Kriegman, D. J., & Ahuja, N. (2002). Detecting Faces in Images: a survey. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 24(1), 34-58. <https://doi.org/10.1109/34.982883>

Conoce usted la tecnología de reconocimiento de emociones a través de expresiones faciales.

1. Sí
2. No

Considera que el reconocimiento de emociones en las clases me proporcionaría datos útiles para identificar áreas de mejora en mi enseñanza.

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Indiferente
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

Considera que el uso de la tecnología de reconocimiento de emociones en el aula podría ayudarme a identificar el nivel de comprensión y atención de mis estudiantes durante las clases.

6. Totalmente en desacuerdo
7. En desacuerdo
8. Indiferente
9. De acuerdo
10. Totalmente de acuerdo

Considera que el reconocimiento de emociones en el aula podría ser una herramienta valiosa para mejorar la calidad de la enseñanza en el aula.

11. Totalmente en desacuerdo
12. En desacuerdo
13. Indiferente
14. De acuerdo

15. Totalmente de acuerdo

Cree que el reconocimiento de emociones en el aula podría contribuir a su desarrollo profesional como docente.

16. Totalmente en desacuerdo

17. En desacuerdo

18. Indiferente

19. De acuerdo

20. Totalmente de acuerdo

Considera que el reconocimiento de emociones en clases podría ofrecer nuevas perspectivas sobre cómo los estudiantes reaccionan emocionalmente durante las clases.

21. Totalmente en desacuerdo

22. En desacuerdo

23. Indiferente

24. De acuerdo

25. Totalmente de acuerdo

Estaría interesado(a) en recibir capacitación para utilizar un prototipo de reconocimiento de emociones para aprovechar sus beneficios en mi práctica docente.

26. Totalmente en desacuerdo

27. En desacuerdo

28. Indiferente

29. De acuerdo

30. Totalmente de acuerdo



**Presidencia  
de la República  
del Ecuador**



**Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes**



**SENESCYT**  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **Roca Viteri, Jair Rodrigo** con C.C: # **0926454778** autor del trabajo de titulación: **Desarrollo de un prototipo de valoración de clases a través de expresiones faciales en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Ciencias de la Computación** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 08 de septiembre de 2023

---

Nombre: **Roca Viteri, Jair Rodrigo**

C.C: **0926454778**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Desarrollo de un prototipo de valoración de clases a través de expresiones faciales en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Roca Viteri, Jair Rodrigo		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Ching Correa, María Paulina		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Ingeniería		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Ciencias de la Computación		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Ciencias de la Computación		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	8 de septiembre de 2023	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	41
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Educación, Inteligencia artificial, Mejora educativa, Tecnología		
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	Detección facial, Reconocimientos de emociones, Información complementaria.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p>El presente proyecto tuvo como objetivo la creación de un prototipo de valoración de clases para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, empleando algoritmos de detección y reconocimiento de emociones, este prototipo busca recopilar información complementaria sobre el desempeño docente a partir de las expresiones faciales de los estudiantes. En términos metodológicos, el prototipo empleó el enfoque cualitativo y método descriptivo, la técnica de recolección de datos que se utilizó fue la encuesta y el instrumento fue el cuestionario, se hizo uso de esta técnica para conocer el grado de conocimiento de las tecnologías usadas y la perspectiva de los docentes sobre las ventajas potenciales del proyecto. Para el desarrollo del proyecto, se manejó la metodología RAD, debido al ciclo de desarrollo corto que emplea, lo que permite controlar los cambios de manera rápida y ordenada, el lenguaje de programación escogido fue Python debido a su vasta compatibilidad y soporte con librerías de detección facial, se utilizó una base de datos relacional y una API de reconocimiento de emociones para elevar el nivel de confianza del prototipo. El resultado obtenido consistió en la recopilación de información de las expresiones faciales de los alumnos durante la clase, clasificadas según la emoción a la que pertenecen, con esta información se identifica la emoción que predominó durante la clase, el cual, sirve como información complementaria acerca del desempeño del docente. En conclusión, el prototipo le proporcionará al docente el impacto emocional que genera en sus alumnos a través de su metodología de enseñanza, con esta información el docente puede identificar áreas de mejora en su metodología.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-960-293229	<b>E-mail:</b> jair.roca@cu.ucsg.edu	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Toala Quimí, Edison José</b>		
	<b>Teléfono:</b> +593-990-976776		
	<b>E-mail:</b> edison.toala@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			