



**Universidad  
Europea**

GRADO EN CIENCIA DE DATOS

**Detector de emociones en imágenes y videos  
para análisis de negocio**

**“Emotion tracker”**

Presentado por:

**Carlos Rodríguez Fuster**

Dirigido por:

**Miguel Ángel Torres Font**

CURSO ACADÉMICO 2023-2024



## RESUMEN

El proyecto Emotion Tracker surge como respuesta al fracaso de muchos intentos por parte de los comercios para obtener un gran volumen de participantes en la valoración sobre sus productos o servicios ofrecidos. Este tipo de tecnología reemplaza los métodos tradicionales por un algoritmo desarrollado en Python que tiene como objetivo detectar y analizar emociones con el propósito principal de mejorar las estrategias empresariales.

El informe del proyecto aborda varios aspectos. Comienza con una introducción que explica el origen de estos tipos de algoritmos y por qué son necesarios. A continuación, se exploran los campos de aplicación del algoritmo, destacando áreas clave como el comercio, el servicio al cliente y el marketing, haciendo hincapié en la necesidad actual que da origen al algoritmo.

El proyecto continúa con una comparación de diferentes modelos de detección de emociones, justificando la elección del modelo principal, "Deepface". Posteriormente, se evalúa el rendimiento de este modelo para determinar su efectividad en la detección y análisis de emociones.

Además, se abordan aspectos relacionados con la privacidad de los datos, la legalidad en su almacenamiento y uso, siempre respetando los derechos de los ciudadanos. La sección posterior detalla la implementación del algoritmo y el almacenamiento de datos, seguido de la visualización y análisis de los mismos.

También se discuten los requisitos ambientales y de sostenibilidad del proyecto, resaltando la importancia del bienestar, la igualdad, la innovación y la sostenibilidad en la sociedad. Finalmente, se presentan las conclusiones del estudio y se describen posibles mejoras y desarrollos futuros del algoritmo.

En conclusión, Emotion Tracker aborda de manera eficiente la necesidad empresarial de comprender las emociones de los clientes, utilizando técnicas avanzadas de reconocimiento facial para mejorar las estrategias comerciales y la experiencia del cliente.

## SUMMARY

The Emotion Tracker project arises in response to the failure of many attempts by businesses to obtain a large volume of feedback on their products or services offered. This type of technology replaces traditional methods with an algorithm developed in Python aimed at detecting and analysing emotions with the primary purpose of improving business strategies.

The project report addresses various aspects. It begins with an introduction explaining the origin of these types of algorithms and why they are necessary. Next, the fields of application of the algorithm are explored, highlighting key areas such as commerce, customer service, and marketing, emphasizing the current need that gives rise to the algorithm.

The project continues with a comparison of different emotion detection models, justifying the choice of the main model, "Deepface". Subsequently, the performance of this model is evaluated to determine its effectiveness in emotion detection and analysis.

Additionally, aspects related to data privacy, legality in storage and use are addressed, always respecting the rights of citizens. The subsequent section details the implementation of the algorithm and data storage, followed by visualization and analysis of the same.

Environmental and sustainability requirements of the project are also discussed, emphasizing the importance of well-being, equality, innovation, and sustainability in society. Finally, the study's conclusions are presented, and possible improvements and future developments of the algorithm are described.

In conclusion, Emotion Tracker effectively addresses the business need to understand customer emotions, using advanced facial recognition techniques to improve business strategies and the customer experience.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	8
2. MOTIVACIONES Y OBJETIVOS .....	9
3. ESTADO DEL ARTE.....	13
3.1. ANÁLISIS DE NECESIDAD.....	13
3.2. EVALUACIÓN DE MODELOS PREVIAMENTE ENTRENADOS .....	14
3.2.1 DeepFace .....	16
3.2.2 AffectNet .....	17
3.2.3 FACS .....	17
3.2.4. EVALUACIÓN DEL MODELO .....	18
3.2.5. ALMACENAMIENTO .....	20
3.2.5.1. TIPOS DE ALMACENAMIENTO .....	20
3.2.6. DERECHO DE PRIVACIDAD Y DE IMAGEN .....	22
4. ANÁLISIS DE COSTES .....	23
4.1. REQUISITOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES .....	23
5. ANÁLISIS DE RECURSOS .....	26
6. IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO.....	27
6.1. ALGORITMO DE DETECCIÓN DE EMOCIONES .....	27
6.2. CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS .....	29
6.2. MODELO ENTIDAD-RELACIÓN .....	31
6.3. SEGURIDAD DE LA BASE DE DATOS .....	32
7. VISUALIZACIÓN .....	33
7.1. ANÁLISIS DE DATOS GENERADOS.....	33
7.2. SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN.....	34
7.3. DISEÑO DE LAS VISUALIZACIONES.....	35
7.4. ANÁLISIS DE LAS VISUALIZACIONES .....	36
8. SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE .....	42
9. CONCLUSIÓN.....	43
10. MEJORAS FUTURAS .....	44
11. BIBILOGRAFÍA .....	46
12. ANEXO.....	48
12.1. CONSTRUCCIÓN DE LA APLICACIÓN.....	48
13. GITHUB .....	51

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ejemplo de emociones asociadas a emojis .....	11
Ilustración 2: Ejemplo de asociación entre rostro y emoji.....	12
Ilustración 4: Red neuronal .....	15
Ilustración 5: Deepface .....	16
Ilustración 6: Músculo de cada emoción .....	18
Ilustración 7: Comparación de base de datos.....	21
Ilustración 8: Diagrama de Gantt.....	24
Ilustración 9: Tabla de presupuesto .....	26
Ilustración 10: Modelo entidad-relación.....	31
Ilustración 11: Comparación de herramientas .....	34
Ilustración 12: Panel del dashboard .....	36
Ilustración 13: Panel del dashboard filtrado por el tiempo .....	37
Ilustración 14: Panel del dashboard emoción hombres.....	38
Ilustración 15: Panel del dashboard emoción mujeres.....	38
Ilustración 16: Panel del dashboard emoción general.....	39
Ilustración 17: Panel dashboard análisis de trabajadores.....	40
Ilustración 18: Panel dashboard análisis de trabajadores por emoción.....	41

## TABLA DE IMPLEMENTACIONES

Implementación 1: Detección de rostros.....	27
Implementación 2: Captura de rostro.....	28
Implementación 3: Análisis de emociones .....	28
Implementación 4: Registro de tiempo .....	28
Implementación 3: Craeción de la tabla de la base de datos.....	29
Implementación 4: Conexión con la base de datos .....	29
Implementación 5: Cración de la tabla ‘Workers’ .....	30
Implementación 6: Insertar datos.....	30
Implementación 7: Código completo.....	50

## 1. INTRODUCCIÓN

La expresión facial es una poderosa herramienta que se utiliza para comunicar nuestros sentimientos. Según la Real Academia Española (RAE), un “sentimiento” se define como “las distintas impresiones del ánimo que experimenta una persona”. Estas impresiones pueden surgir como respuesta a estímulos externos o internos, y se manifiestan a través de emociones y estados afectivos.

Los sentimientos son inherentes a la condición humana y desempeñan un papel fundamental en la vida cotidiana, influyendo en el comportamiento, las decisiones y las interacciones sociales.

El motivo detrás de estas expresiones radica en la capacidad innata de los seres humanos para transmitir y percibir una amplia gama de emociones a través de los gestos faciales. Estas manifestaciones emocionales actúan como un lenguaje universal, trascendiendo barreras lingüísticas y culturales, permitiendo que individuos de diferentes contextos comprendan y respondan a los sentimientos de los demás. Desde la sonrisa de la felicidad hasta el ceño fruncido de la preocupación, las expresiones faciales reflejan la complejidad de nuestras experiencias emocionales.

Ya desde el siglo pasado Charles Darwin, autor de la teoría de la evolución, fue el primer científico en apuntar el origen genético de las expresiones faciales emocionales, en su libro *“La expresión de las emociones en los animales y el hombre”* (1872). Sin embargo, no fue hasta en 1971 cuando el psicólogo Paul Ekman identificó las 7 expresiones faciales humanas básicas y universales: alegría, enfado, asco, miedo, tristeza, sorpresa y desprecio.

En la actualidad, el reconocimiento de emociones puede tener diversos propósitos que abarca desde el área de la salud, la seguridad o el entretenimiento.

En particular, este trabajo se enfoca en el estudio y desarrollo de un sistema automático de reconocimiento de expresiones faciales con el objetivo de identificar con precisión y eficiencia las expresiones en fotografías y videos de rostros. El resultado final de este trabajo va más allá de la mera identificación de expresiones; busca avanzar en la eliminación de la subjetividad inherente a la interpretación de sentimientos en análisis de imágenes y videos. Aspira a proporcionar una herramienta objetiva y precisa, contribuyendo así a la mejora significativa de la comprensión de las expresiones faciales y su aplicación en diversos contextos.

En sí, este instrumento pretende:

- Proporcionar una identificación con alta confianza de las emociones de los usuarios.
- Almacenar de manera organizada en una base de datos la información perteneciente a las emociones y metadatos para el análisis de su contexto.
- Mostrar en un panel de visualización intuitivo los resultados almacenados. Se incluirán gráficos, estadísticas y visualizaciones interactivas para ofrecer una comprensión completa de los patrones y tendencias emocionales identificados.

Dada la relevancia y el creciente interés en proyectos de reconocimiento emocional, se han realizado diversos estudios que exploran diferentes aspectos y enfoques de esta área. Entre ellos, se destaca:

- Lim, J. Z., Mountstephens, J., & Teo, J. (2020). Emotion recognition using eye-tracking: taxonomy, review and current challenges. *Sensors*, 20(8), 2384.
- Ali, M. F., Khatun, M., & Turzo, N. A. (2020). Facial emotion detection using neural network. *the international journal of scientific and engineering research*.

Aunque estos estudios emplean diversas herramientas en el reconocimiento de emociones, el primero favorece la tecnología de seguimiento ocular, mientras que el segundo investiga el uso de redes neuronales. Ambos estudios coinciden en resaltar la significativa función que desempeñan las emociones en el comportamiento humano, así como en la importancia crucial de detectarlas con precisión.

## 2. MOTIVACIONES Y OBJETIVOS

En cuanto a la motivación de este trabajo, todo parte de una hipotética necesidad que tienen las empresas en poder saber con certeza la satisfacción del cliente luego de recibir un servicio o producto. Gracias a la evolución de la Inteligencia Artificial, este problema se puede solucionar de manera efectiva eliminando el criterio subjetivo de las encuestas tradicionales a través de un algoritmo de reconocimiento de emociones en imágenes y videos el cual clasifique la emoción del cliente al instante.

Todos estos datos que obtiene el algoritmo pueden resultar de gran utilidad para obtener parámetros estadísticos de los trabajadores y productos, como lo podría ser la eficiencia de un nuevo integrante a través del análisis de las emociones que genera en el cliente.

Por tanto, los objetivos de la aplicación son claros: proporcionar un algoritmo que resuelva el problema de determinar la satisfacción del cliente y elaborar un informe de resultado posterior para el análisis de los diferentes casos muestreados.

Actualmente, una herramienta con estas características sería capaz de analizar casos aislados de muestra y tomar acción en el momento adecuado, lo que podría llegar a ser diferencial entre el resto de las empresas de su sector. Una herramienta de estas características tendría como objetivos:

- Desarrollar informes que proporcionen información detallada sobre las emociones detectadas en diferentes contextos y momentos.
- Recopilar y utilizar un conjunto diverso de datos etiquetados para entrenar el modelo, abarcando diferentes razas, edades y expresiones faciales, para lograr un reconocimiento de emociones más inclusivo y preciso.
- Eliminar posibles sesgos de las encuestas tradicionales y mejora de fiabilidad.

Un objetivo clave de este proyecto es impulsar la adopción de herramientas de reconocimiento de emociones en entornos empresariales donde la comprensión de las expresiones faciales sea esencial. Por ejemplo, en empresas que buscan evaluar el bienestar emocional de sus empleados y entender cómo las emociones impactan en su desempeño laboral.

En su fase inicial, la aplicación se centrará en la capacidad de reconocer y clasificar de manera precisa las emociones expresadas en imágenes y videos. Este enfoque permitirá a las empresas comprender mejor el estado emocional de las personas de estudio durante determinados eventos o interacciones laborales.

Un escenario práctico serían grandes supermercados con interés en estudiar con qué tipo de trabajadores sus clientes están más satisfechos, el impacto de cambiar un producto o qué épocas son las mejores.

Este trabajo de investigación se originó en el contexto de la asignatura de Análisis de Imágenes y Videos, donde se llevó a cabo una demostración inicial centrada en la identificación de emociones a través de emojis.

En esta fase inicial, la atención se centró en la capacidad de diferenciar y clasificar las emociones representadas por los emojis presentes en imágenes y videos.

Este punto de partida proporcionó una base esencial para la expansión posterior del proyecto hacia el desarrollo de un sistema más completo y avanzado.



Ilustración 1: Ejemplo de emociones asociadas a emojis

En una evolución significativa de la investigación, el proyecto se ha adaptado para incluir la identificación de personas mediante la utilización de diversos<sup>1</sup> *modelos previamente entrenados*.

En esta nueva fase, se incorporará la biblioteca Facescade para llevar a cabo la detección de rostros en las imágenes y, posteriormente, se emplearán modelos especializados para identificar las emociones expresadas en dichos rostros.

---

<sup>1</sup> Los modelos pre-entrenados son redes neuronales las cuales han sido previamente entrenadas con conjuntos de datos masivos, capturando patrones complejos, y luego se adaptan a tareas específicas, acelerando el aprendizaje en nuevas aplicaciones. Estos modelos ofrecen representaciones aprendidas que benefician la eficacia y el rendimiento en diversas tareas de procesamiento de imágenes o texto.

Esta ampliación del enfoque original busca dotar al sistema de una capacidad más completa y sofisticada, permitiendo la identificación facial en rostros humanos, proporcionando así una herramienta más versátil y adaptada a diversos contextos de aplicación.

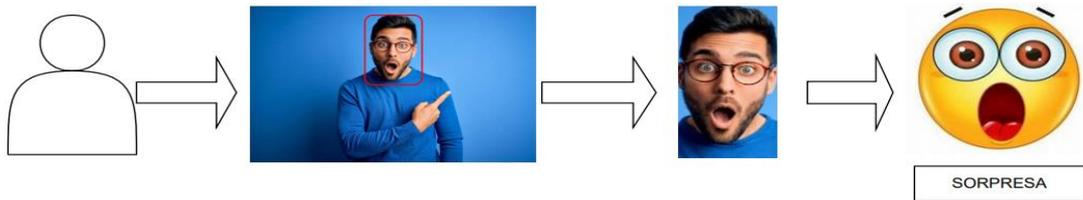


Ilustración 2: Ejemplo de asociación entre rostro y emoji

Para el desarrollo de este proyecto se implementarán tres etapas:

1. **Identificación de emociones**
  - a. Implementación de modelos previamente-entrenados para la detección de emociones.
2. **Almacenamiento de resultados**
  - a. Desarrollo de un sistema eficiente para el registro y almacenamiento de las emociones identificadas.
  - b. Integración con una base de datos para almacenar datos de manera estructurada.
3. **Visualización de resultados**
  - a. Creación de una interfaz visual para la presentación intuitiva de las emociones detectadas.
  - b. Desarrollo de herramientas gráficas y análisis estadístico para comprender los patrones emocionales.

## Diagrama de Proceso Detección de Sentimientos

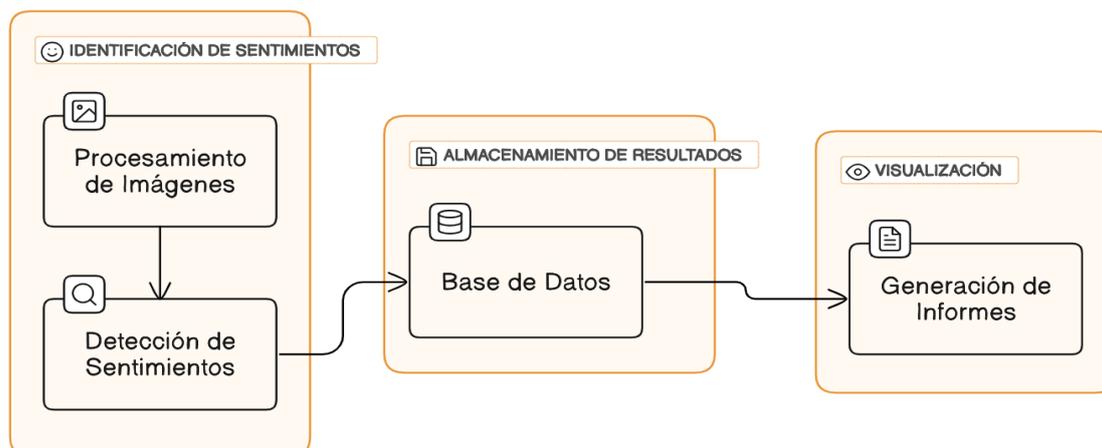


Ilustración 3: Diagrama de las etapas del proyecto

En futuras versiones, la aplicación podría mejorar al incluir nuevas funcionalidades que añadan más contexto a los datos de emociones recopilados. Por ejemplo, podría permitir la asociación de marcas temporales a las emociones recibidas. Esto facilitaría la capacidad de filtrar en tiempo real rangos de tiempo específicos y proporcionaría un marco temporal para reaccionar ante casos inusuales.

### 3. ESTADO DEL ARTE

#### 3.1. ANÁLISIS DE NECESIDAD

Como se ha nombrado en secciones anteriores, este tipo de herramienta sería un gran avance tecnológico el cual solucionaría la inexactitud a la hora de identificar la satisfacción del cliente. Este proyecto abre un amplio rango de posibilidades de uso en diferentes ámbitos, tales como:

##### 1. Educación:

- **Evaluación del aprendizaje:** Conocer el estado o la situación de aprendizaje de los estudiantes en tiempo real, identificando si están comprendiendo los conceptos o si están aburridos o frustrados.

## 2. Salud:

- **Diagnóstico de enfermedades:** Definir un algoritmo orientado a ayudar a diagnosticar enfermedades como la depresión o la ansiedad, al analizar las expresiones faciales y el tono de voz del paciente.

Donde más demanda tiene es en el ámbito del negocio debido a que su uso daría una gran ventaja competitiva en consecuencia a la capacidad de comprender y responder a las emociones de los clientes en tiempo real puede marcar la diferencia en el éxito del negocio.

Un algoritmo de detección de emociones permitiría a las empresas identificar rápidamente las necesidades y preocupaciones de los clientes, adaptando las respuestas y ofreciendo soluciones personalizadas para mejorar la experiencia del cliente. Además, en el ámbito del marketing y la publicidad, el conocimiento de las emociones de los clientes puede ayudar a personalizar las campañas y mensajes para que resuenen mejor con su audiencia objetivo, aumentando así la efectividad de las estrategias de marketing.

### 3.2. EVALUACIÓN DE MODELOS PREVIAMENTE ENTRENADOS

Como ya se ha mencionado anteriormente, un modelo previamente entrenado es un modelo de <sup>2</sup>*machine learning* el cual trabaja con una gran cantidad de datos, lo que hace que, a diferencia de los modelos entrenados desde cero, este tipo de modelos ya han aprendido patrones en los datos y están listos para ser utilizados para una tarea específica, ahorrando así tiempo y carga de cómputo en la fase de entrenamiento.

Para entender el funcionamiento de estos modelos, es necesario tener en cuenta qué son las redes neuronales y cómo funcionan. Las redes neuronales, inspiradas en el cerebro humano, son modelos computacionales compuestos por capas de nodos o neuronas interconectadas (AWS - What is Neural Network, 2021). Cada conexión entre nodos tiene un peso ajustado durante el entrenamiento.

---

<sup>2</sup> Machine learning, rama de la inteligencia artificial que permite a los sistemas aprender patrones y realizar tareas sin una programación explícita, basándose en la experiencia que esta adquirida a través de datos.

Estas redes se dividen comúnmente en tres tipos de capas:

1. **Capa de Entrada:** Recibe las señales de entrada, que pueden ser características de datos como píxeles de una imagen.
2. **Capas Ocultas:** Realizan transformaciones y cálculos complejos utilizando los pesos ajustados. La información fluye a través de estas capas antes de llegar a la capa de salida.
3. **Capa de Salida:** Produce la predicción o resultado final del modelo. La estructura y el propósito de esta capa dependen del tipo de tarea que la red esté diseñada para realizar.

El entrenamiento de la red implica ajustar los pesos de las conexiones para minimizar la diferencia entre las predicciones del modelo y las salidas reales. Este proceso se realiza utilizando algoritmos de optimización y funciones de pérdida.

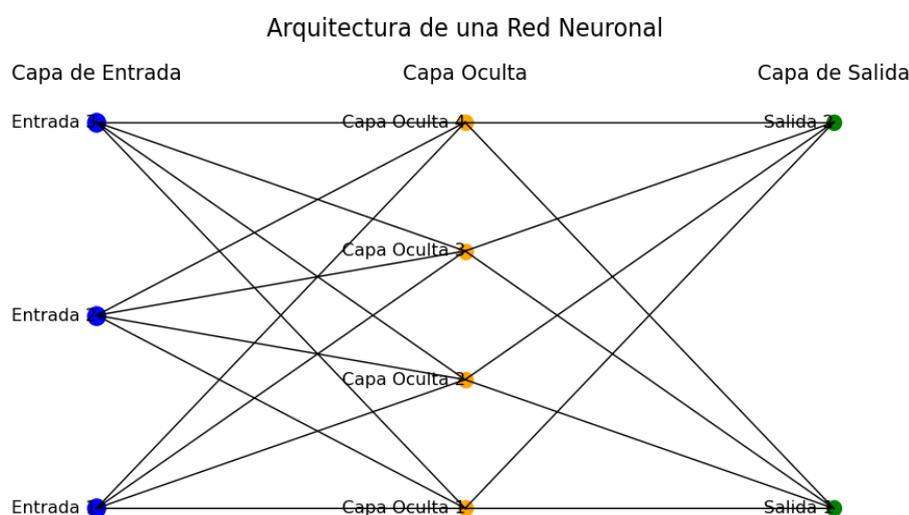


Ilustración 4: Red neuronal

Este aprendizaje es usado por los modelos previamente entrenados el cual denominan *transferencia de aprendizaje* que consiste en que una vez la red neuronal es entrenada se transfiere y es usada para otras aplicaciones.

Existen diversos tipos de modelos previamente entrenados para el reconocimiento de emociones en imágenes y videos, entre ellos se destacan DeepFace/PER (Pose, Expression, and Recognition), AffectNet y FACS (Facial Acting Coding System). A continuación, se evaluará y comparará estos modelos para determinar su eficacia en la identificación de expresiones emocionales.



### 3.2.2 AffectNet

AffectNet es una base de datos la cual se usa en el campo de la inteligencia artificial y para el reconocimiento de emociones en imágenes faciales. Esta base de datos contiene un extenso conjunto de imágenes que representan diversas expresiones faciales, capturadas en una variedad de condiciones y entornos.

Su propósito principal es proporcionar un recurso valioso para entrenar y evaluar modelos de reconocimiento de emociones. Los investigadores y profesionales utilizan AffectNet para desarrollar algoritmos capaces de identificar y clasificar emociones humanas, como felicidad, tristeza, enojo, sorpresa, entre otras, a partir de las expresiones faciales capturadas en imágenes.

Al tener acceso a una amplia gama de expresiones faciales etiquetadas con emociones específicas, los modelos de inteligencia artificial pueden aprender patrones y características que les permiten generalizar y reconocer emociones en nuevas imágenes no vistas anteriormente. AffectNet, por lo tanto, desempeña un papel fundamental en el avance de las tecnologías relacionadas con la comprensión de las señales emocionales en el ámbito de la visión por computadora y el procesamiento de imágenes.

### 3.2.3 FACS

El Sistema de Codificación de Acción Facial (FACS) es un sistema de análisis y descripción de movimientos faciales, consiste en la descomposición de los movimientos faciales en unidades mínimas llamadas "unidades de acción" (AU).

Dependiendo de la intensidad de la emoción expresada, se clasifican estas unidades en grados que van desde el movimiento facial más leve hasta el más intenso.

Para indicar la intensidad, se añade una letra a la AU, utilizando un rango de A a E. La letra A representa un movimiento facial muy ligero, mientras que la letra E indica la intensidad más fuerte y se añaden números para identificar los músculos faciales específicos, junto con "R" (Right), "L" (Left) o "B" (Bilateral) para indicar el lado del rostro. Este nivel de detalle permite distinguir entre una sonrisa genuina y una falsa. (Ekman, s.f.).

Esta gráfica muestra el conjunto de músculos que están involucrados en una emoción:

<b>EMOCIÓN</b>	<b>UNIDADES DE ACCIÓN</b>
Asco	9+15+17
Desprecio	R12A+R14A
Enojo	44+5+7+23
Felicidad	6+12
Miedo	1+2+4+5+7+20+26
Sorpresa	1+2+5B+26
Tristeza	1+4+15

Ilustración 6: Músculo de cada emoción

### 3.2.4. EVALUACIÓN DEL MODELO

La evaluación del modelo se presenta como una fase crucial en este proyecto, ya que determina qué tipo de modelo previamente entrenado demuestra ser más eficiente para nuestra tarea específica. Este proceso no solo implica medir la precisión del modelo, sino que también considera factores clave como la capacidad de generalización, la robustez ante datos no vistos y la idoneidad del modelo para el contexto de identificación de emociones en imágenes y videos. La selección del modelo más eficiente es esencial para garantizar resultados confiables y aplicables en situaciones del mundo real.

Para ello se tiene en cuenta diferentes factores y parámetros como son:

### Accuracy (Exactitud)

- Mide la fracción de predicciones correctas entre el total.
- Fórmula:  $\frac{(VP+VN)}{Total\ predicciones}$
- Un valor cercano a 1 indica un rendimiento sólido.

### Precisión (Precisión)

- Evalúa la proporción de verdaderos positivos sobre la suma de <sup>4</sup>verdaderos positivos y <sup>5</sup>falsos positivos.
- Fórmula:  $\frac{VP}{(VP+FP)}$
- Útil ya que minimizar falsos positivos es crucial; una alta precisión es indicativa de exactitud en las predicciones positivas.

### Recall (Recuperación o Sensibilidad)

- Mide la proporción de verdaderos positivos sobre la suma de verdaderos positivos y <sup>6</sup>falsos negativos.
- Fórmula:  $\frac{VP}{(VP+FN)}$
- Útil cuando es crítico identificar la totalidad de casos positivos; un alto recall indica una buena capacidad para capturar estos casos.

### F1-Score

- Métrica que combina precisión y recall en una única puntuación.
- Fórmula:  $2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$
- Ideal cuando hay un desequilibrio entre las clases; busca un equilibrio entre precisión y recall.

---

<sup>4</sup> Verdaderos Positivos (VP): Son casos en los que el modelo predice positivo correctamente, clasificando correctamente algo como positivo.

<sup>5</sup> Falsos Positivos (FP): Son casos en los que el modelo predice positivo incorrectamente, es decir, clasifica algo como positivo cuando en realidad es negativo.

<sup>6</sup> Falsos Negativos (FN): Representan casos en los que el modelo predice negativo incorrectamente, es decir, clasifica algo como negativo cuando en realidad es positivo.

## Matriz de Confusión

- Proporciona una visión detallada de los resultados de clasificación, mostrando la cantidad de verdaderos positivos, <sup>7</sup>verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos.

### 3.2.5. ALMACENAMIENTO

La gestión eficiente de los datos en el ámbito de la identificación de emociones es muy importante en el éxito y la utilidad de cualquier proyecto. En este contexto, se plantea la necesidad de establecer un sistema de almacenamiento que permita registrar y estructurar la información sobre las emociones identificadas. La elección del tipo de dato a almacenar y el diseño de la estructura de almacenamiento son decisiones fundamentales que impactarán directamente en la capacidad del sistema para proporcionar información valiosa para realizar análisis posteriores.

En el presente proyecto, se plantea una estrategia de almacenamiento que evoluciona desde un enfoque inicial, donde se registran las emociones y los momentos en que ocurren, hasta niveles más avanzados que incorporan información adicional, como la segunda emoción más probable.

Esta progresión refleja la intención de construir un sistema adaptable y capaz de aprender de manera supervisada, permitiendo una mejora continua en la precisión y relevancia de las detecciones emocionales.

#### 3.2.5.1. TIPOS DE ALMACENAMIENTO

##### Bases de datos relacionales

Las bases de datos relacionales organizan la información en tablas interrelacionadas y utilizan un lenguaje estructurado de consulta (SQL) para la manipulación y consulta de datos. Destacan por cumplir con propiedades fundamentales como la atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad (ACID), lo que garantiza la integridad y coherencia de los datos. Ejemplos comunes incluyen MySQL, PostgreSQL, Oracle y SQL Server. (Aukera, s.f.)

---

<sup>7</sup> Verdaderos Negativos (VN): Representan casos en los que el modelo predice verdadero incorrectamente, es decir, clasifica algo como verdadero cuando en realidad es negativo.

## Bases de datos no relacionales (NoSQL)

Por otro lado, las bases de datos NoSQL adoptan un enfoque más flexible al almacenar datos, estructurando los datos en documentos. Estas bases de datos no siempre siguen un esquema fijo y priorizan características como la <sup>8</sup>*escalabilidad horizontal* y la capacidad de manejar grandes volúmenes de datos. Ejemplos representativos son MongoDB, Cassandra, Redis y Couchbase. (Aukera, s.f.)

Esta tabla indica de una manera esquemática las diferentes características de estas herramientas:

Característica	MongoDB	Cassandra	Redis	Couchbase	SQL
Flexibilidad	Sí	No	No	Sí	Si
Escalabilidad	Sí	Sí	Sí	No	No
Modelo de datos	Documentos JSON	Columnar	Key-value	Documentos JSON	Relacional
Transacciones	No	No	No	Sí	Sí
Consultas complejas	Limitado	Limitado	No	Sí	Sí

Ilustración 7: Comparación de base de datos

<sup>8</sup> Describe el proceso de agregar nuevos nodos o máquinas en la infraestructura para satisfacer las demandas.

La preferencia por SQL en el almacenamiento del algoritmo de detección de emociones se justifica por varios aspectos clave. En primer lugar, el enfoque estructurado de SQL permite organizar los datos en tablas con relaciones definidas, proporcionando un marco ordenado para almacenar y recuperar información compleja generada por el algoritmo.

Además, SQL es conocido por su capacidad para manejar datos de manera escalonada y controlada, evitando el crecimiento espontáneo y desorganizado que podría dificultar la gestión de grandes conjuntos de datos.

La incapacidad de escalar horizontalmente, una limitación de SQL, no se considera un inconveniente significativo en este contexto específico, ya que la tarea de almacenar los resultados del algoritmo de detección de emociones no suele requerir una escalabilidad masiva y puede manejarse eficientemente con una configuración vertical.

La simplicidad y facilidad de uso de SQL también son aspectos destacados, facilitando la tarea para los programadores y agilizando el proceso de desarrollo y mantenimiento del sistema.

### 3.2.6. DERECHO DE PRIVACIDAD Y DE IMAGEN

“Nadie será objeto de injerencias arbitrarias en su vida privada, su familia, su domicilio o su correspondencia, ni de ataques a su honra o a su reputación. Toda persona tiene derecho a la protección de la ley contra tales injerencias o ataques.”  
(*La Declaración Universal De Los Derechos Humanos / Naciones Unidas*, n.d.)

“Se garantiza el derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen”. (A-1978-31229 *Constitución Española.*, n.d.)

En este proyecto, se prioriza el respeto absoluto a la privacidad y la imagen personal de los individuos, una premisa fundamental en la era actual donde la protección de estos derechos es primordial. Se garantiza que en ningún momento se vulneran estos derechos, ya que el sistema se diseñó de manera que no se almacena ni registra ninguna imagen del cliente. Únicamente se recopilan datos relacionados con la emoción detectada y el tiempo de la interacción, preservando así la privacidad y la intimidad de las personas.

Es importante destacar que el funcionamiento del algoritmo se asemeja al de las cámaras de seguridad convencionales, donde no se requiere el consentimiento expreso de los usuarios debido a su carácter de herramienta de seguridad y vigilancia.

De esta manera, el algoritmo está integrado en el sistema de cámaras de seguridad sin necesidad de solicitar permisos adicionales a los usuarios, lo que garantiza su funcionamiento transparente y no intrusivo. Además, se implementan medidas técnicas y de seguridad para asegurar que los datos recopilados sean utilizados únicamente para los fines previstos, como el análisis de tendencias y la mejora de la calidad del servicio.

Se adoptan protocolos de cifrado y almacenamiento seguro para proteger la información sensible, y se limita el acceso a estos datos solo al personal autorizado que requiera realizar análisis y mantenimiento del sistema.

#### 4. ANÁLISIS DE COSTES

En este apartado, nos adentraremos en el análisis detallado de los costos asociados con la implementación y operación del algoritmo de detección de emociones. Este análisis es fundamental para comprender el impacto financiero de utilizar esta tecnología en un proyecto o iniciativa específica. Se hará hincapié tanto en los requisitos funcionales y no funcionales, se representará con un diagrama de Gantt las diferentes etapas y actividades del proyecto, a su vez el tiempo que conlleva cada una de ellas y los recursos que serán necesarios para llevar a cabo el proyecto.

##### 4.1. REQUISITOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES

Los requisitos funcionales describen las acciones o funciones específicas que el sistema debe ser capaz de realizar, como procesar datos, realizar cálculos o interactuar con el usuario.

Por otro lado, los requisitos no funcionales se refieren a las características del sistema que no están relacionadas directamente con su funcionalidad. (Visure, 2020, 1)

Los requisitos funcionales que se evalúan son:

- **Precisión:** El algoritmo debe ser capaz de detectar las emociones con un alto grado de precisión, minimizando los errores de clasificación. Por lo cual en este proyecto se ha buscado obtener una precisión de más del 85% consiguiendo así una amplia proporción de verdaderos positivos y falsos positivos.

- **Flexibilidad:** Debe ser adaptable a diferentes tipos de datos de entrada, como video, audio y texto. Además de su flexibilidad en la adaptación del entorno del algoritmo ya sean dispositivos móviles, cámaras, páginas web y ajustando el algoritmo según el objetivo del uso. (*Reconocimiento Multimodal De Emociones Mediante El Uso De Redes Neuronales Artificiales*, n.d.)
- **Tiempo de Procesamiento:** Debe ser lo suficientemente rápido para analizar grandes cantidades de datos en tiempo real. Debido a la importancia de este requisito se tuvo en cuenta en la elección de los modelos previamente entrenados descartando AffectNet por su lento procesamiento y respuesta.
- **Seguridad:** La empresa se compromete a respetar los derechos de privacidad de los clientes.
- **Capacidad:** El almacenamiento debe tener la capacidad suficiente para albergar los datos de entrenamiento del algoritmo, así como los datos de entrada y salida del proceso de detección de emociones.

Por otro lado, los requisitos no funcionales del algoritmo serían:

- **Visualización:** La visualización de los resultados del algoritmo de detección de emociones debe ser clara, concisa utilizando gráficos en aplicaciones como Power BI.
- **Facilidad de uso:** Este tipo de requisito influyó en la elección del tipo de almacenamiento donde destacó SQL por su estructura en tablas y su sencillez.
- **Manejo de errores:** El algoritmo debe ser capaz de manejar adecuadamente situaciones de fallos.
- **Eficiencia energética:** El algoritmo debe ser eficiente en el uso de energía. Esto es importante para reducir el impacto ambiental del algoritmo y para reducir los costes operativos.
- **Disponibilidad:** fundamental que tanto el algoritmo de análisis de emociones, la base de datos asociada y el dashboard estén siempre disponibles para los usuarios. La disponibilidad continua garantiza que los usuarios puedan acceder a la información y funcionalidades necesarias en todo momento, lo que es crucial para mantener la eficiencia y la efectividad del sistema.



Ilustración 8: Diagrama de Gantt

## 5. ANÁLISIS DE RECURSOS

Una vez establecidos las tareas e informarse del equipamiento necesario para llevar a cabo el proyecto se establece el presupuesto para cada fase:

Costo total de las tareas: 13.500 euros

<b>Fase</b>	<b>Duración (días)</b>	<b>Coste (euros)</b>
Definición de requisitos y alcance	7	1.000
Investigación y selección de herramientas	14	1.500
Planificación de recursos y presupuesto	7	500
Configuración del entorno de desarrollo	7	1.000
Desarrollo del esqueleto del algoritmo	14	1.500
Pruebas preliminares y correcciones	14	1.200
Integración con sistemas existentes	21	1.500
Pruebas de sistema y correcciones	21	1.500
Creación de una base de datos	2	300
Implementación de herramientas de monitoreo	14	1.000
Actualizaciones y mejoras	28	1.800
Creación de un dashboard	2	200
Evaluación final del proyecto	7	500
Preparación de informes y presentación	7	500
<b>Total</b>	<b>119</b>	<b>13.500</b>

Ilustración 9: Tabla de presupuesto

El coste total de las tareas del proyecto asciende a 13.500 euros. Sin embargo, es necesario tener en cuenta el componente adicional de la seguridad social, que corresponde al 30% del salario del único trabajador involucrado en el proyecto.

Dado que el proyecto solo cuenta con un trabajador, el coste total del presupuesto, considerando la inclusión de la seguridad social, el proyecto asciende a 17.550 euros.

Este presupuesto para el proyecto de análisis de emociones abarca todas las etapas esenciales desde la concepción hasta la entrega final. Cada fase ha sido cuidadosamente considerada para garantizar la calidad y el éxito del proyecto en su conjunto. Se ha asignado un costo adecuado a cada fase para cubrir los recursos necesarios, incluida la investigación, el desarrollo, las pruebas y la implementación. Además, se ha tenido en cuenta la importancia de la planificación y la evaluación continua para mantener el proyecto dentro del presupuesto y el cronograma establecidos.

## 6. IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO

En este apartado se detalla la implementación del algoritmo y su funcionamiento. Se utilizarán dos scripts distintos: uno para el funcionamiento del algoritmo y otro para la creación de la base de datos. Ambos *scripts*<sup>9</sup> están escritos en Python y serán ejecutados en el entorno de desarrollo Jupyter. Para el almacenamiento de datos, se utilizará SQL Server como base de datos relacional. A continuación, se detalla el contenido de cada script:

### 6.1. ALGORITMO DE DETECCIÓN DE EMOCIONES

```
face_cascade = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
'haarcascade_frontalface_default.xml')
```

Implementación 1: Detección de rostros

Se carga un clasificador previamente entrenado para la detección de rostros. Este clasificador se utiliza para identificar áreas que podrían contener rostros en una imagen.

---

<sup>9</sup> Archivos los cuales contienen el código de Python y se inician desde la línea de comandos.

```
while True:
    ret, frame = cap.read()
    frame = cv2.resize(frame, None, fx=scaling_factor,
                       fy=scaling_factor, interpolation=cv2.INTER_AREA)

    faces = face_cascade.detectMultiScale(frame,
                                           scaleFactor=1.3, minNeighbors=3)
```

#### Implementación 2: Captura de rostro

Se entra en un bucle que captura continuamente <sup>10</sup>frames de la cámara. Cada frame se redimensiona y se utiliza el clasificador de rostros para detectarlos.

```
for (x, y, w, h) in faces:
    face = frame[y:y+h, x:x+w]

    analysis = DeepFace.analyze(face, actions=['emotion',
                                              'gender'], enforce_detection=False)
    emotion = analysis[0]['dominant_emotion']
    gender = analysis[0]['dominant_gender']
```

#### Implementación 3: Análisis de emociones

Para cada rostro detectado, se utiliza DeepFace permitiendo así analizar la emoción y el género.

```
timestamp = datetime.now().strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S")
timestamp_datetime = datetime.strptime(timestamp, "%Y-%m-%d
%H:%M:%S")
```

#### Implementación 4: Registro de tiempo

Este bloque de código usa la función *datetime.now()* la cual devuelve la fecha y hora actuales, seguidamente se usa la función *datetime.strptime* para convertir los valores en una cadena de tiempo permitiendo así su almacenamiento.

Todo esto permite que el algoritmo devuelva tanto el género, la emoción y el tiempo en el que ha ocurrido dicha emoción.

---

<sup>10</sup> Grupo de imágenes consecutivas que se muestra en pantalla.

## 6.2. CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Una vez que el algoritmo está en funcionamiento se crea una base de datos SQL para almacenar todos los datos recopilados por el algoritmo.

```
cursor.execute('''
    IF NOT EXISTS (SELECT * FROM
INFORMATION_SCHEMA.TABLES WHERE TABLE_NAME = 'Emotions')
    CREATE TABLE Emotions (
        ID INT PRIMARY KEY IDENTITY,
        Emotion NVARCHAR(50),
        Gender NVARCHAR(50),
        CreatedAt DATETIME
    )
''')
conn.commit()
```

Implementación 3: Craeción de la tabla de la base de datos

En este bloque se comprueba si ya existe una tabla llamada "Emotions". Si no existe, crea dicha tabla con tres columnas: "ID" como clave primaria, "Emotion" para almacenar el tipo de emoción, "Gender" para el género asociado a la emoción, y "CreatedAt" para almacenar la fecha y hora de creación de la entrada.

Después de dicha recopilación, el siguiente paso sería configurar una conexión entre el algoritmo y la base de datos para garantizar un flujo continuo de datos.

```
server = 'LAPTOP-6GH1OKFQ'
conexion = pyodbc.connect(driver = '{SQL server}', host=server)
```

Implementación 4: Conexión con la base de datos

Se declara el nombre del servidor al que nos conectaremos y creamos una conexión utilizando el método connect de *pyodbc*.

Después de crear la tabla “*EMOTIONS*”, se procede a crear otra tabla en la base de datos que registre los nombres y *IDs*<sup>11</sup> de los supuestos trabajadores del negocio. Esta tabla servirá como referencia para asociar los datos de las emociones con los empleados correspondientes.

```
cursor.execute('''
    IF NOT EXISTS (SELECT * FROM
INFORMATION_SCHEMA.TABLES WHERE TABLE_NAME = 'Workers')
    CREATE TABLE Workers (
        TrabajadorID INT PRIMARY KEY,
        Nombre NVARCHAR(100)
    );
''')
```

Implementación 5: Creación de la tabla ‘Workers’

Esta nueva tabla recibe el nombre de “*Workers*”.

```
cursor.executemany("INSERT INTO Workers (TrabajadorID, Nombre) VALUES
(?, ?)", [
    (1, 'Carlos'),
    (2, 'Ana'),
    (3, 'Juan'),
    (4, 'María'),
    (5, 'Pedro'),
    (6, 'Laura'),
    (7, 'David'),
    (8, 'Sofía'),
    (9, 'Alejandro'),
    (10, 'Elena')
])

conn.commit()
```

Implementación 6: Insertar datos

La combinación de ambas tablas, una que registra las emociones y otra que contiene información sobre los trabajadores de la empresa, proporciona una herramienta poderosa para comprender y aprovechar los patrones emocionales en un entorno específico.

---

<sup>11</sup> Número o código el cual es usado para identificar a una persona específica

Al examinar las emociones predominantes en un lugar determinado a lo largo del tiempo, se pueden identificar tendencias y patrones que ofrecen una perspectiva única sobre el estado emocional colectivo de las personas en ese lugar. La inclusión del género en este análisis agrega una dimensión adicional, permitiendo una comprensión más completa de las interacciones entre el género y las emociones experimentadas.

Esta información es muy valiosa para diversas aplicaciones, desde la optimización de la experiencia del cliente hasta el diseño de estrategias de marketing más efectivas. Al correlacionar las emociones con los trabajadores específicos de la empresa, podemos identificar aquellos que reciben más clientes y la emoción que generan en ellos. Esto proporciona información crucial para entender cómo el personal interactúa con los clientes y cómo estas interacciones afectan la percepción emocional de los clientes hacia la empresa.

## 6.2. MODELO ENTIDAD-RELACIÓN

Un modelo de entidad-relación es “un tipo de diagrama de flujo que ilustra cómo las entidades, como personas, objetos o conceptos, se relacionan entre sí dentro de un sistema.” (*¿Qué Es Un Diagrama Entidad-Relación?*, n.d.)

Además de establecer las relaciones entre las entidades, es importante definir la cardinalidad y la ordinalidad de estas relaciones, “cardinalidad se refiere al número máximo de veces que una instancia en una entidad se puede relacionar con instancias de otra entidad. Por otra parte, ordinalidad es el número mínimo de veces que una instancia en una entidad se puede asociar con una instancia en la entidad relacionada”. (*Notación Y Símbolos De Diagramas Entidad-Relación*, n.d.)

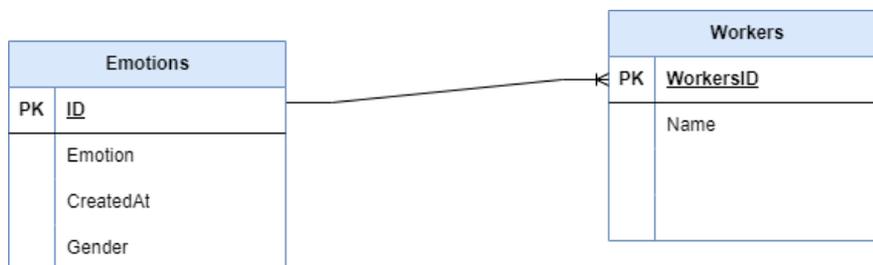


Ilustración 10: Modelo entidad-relación

En este caso esta imagen muestra el diagrama de entidad relación del proyecto, donde como ya se ha mencionado anteriormente hay dos entidades la tabla “Emotions” en la cual se registra la emoción, la fecha registrada de la emoción, el género y el ID del trabajador que ha atendido al cliente, por otro lado, la siguiente entidad es la tabla “Workers” donde se registra el ID del trabajador y su nombre.

Respecto a la cardinalidad del diagrama, se trata de una cardinalidad infinita ya que un trabajador puede tener un número ilimitado de emociones generadas mientras que la ordinalidad es 0 ya que un trabajador puede no tener ninguna emoción registrada.

En cuanto a la relación de este tipo de diagrama se trata de una relación de uno a muchos ya que un trabajador puede tener registradas varias emociones.

### 6.3. SEGURIDAD DE LA BASE DE DATOS

La seguridad en la base de datos desempeña un papel crucial en la protección de los datos recopilados y procesados por el algoritmo de detección de emociones. Dado que este algoritmo maneja información sensible sobre las emociones de los clientes, así como datos relacionados con el género, el tiempo y los trabajadores involucrados, es fundamental garantizar que estos datos estén protegidos contra accesos no autorizados, manipulaciones malintencionadas y pérdidas accidentales.

Como se ha mencionado anteriormente todos los datos recopilados se encuentran almacenados en SQL server, el cual ofrece diversas herramientas para implementar dicha seguridad, como son:

- **Roles fijos y permisos:** Permite definir roles con permisos específicos para diferentes tipos de usuarios.
- **Auditoría de SQL Server:** Registra las actividades en la base de datos para detectar posibles intrusiones.
- **Cifrado de datos transparente (TDE):** Encripta automáticamente los datos en reposo.
- **Funciones de seguridad de Row Level Security (RLS):** Permite controlar el acceso a los datos a nivel de fila.

Además de estas herramientas también es necesario aplicar las actualizaciones de seguridad requeridas de SQL Server de manera regular para corregir vulnerabilidades y proteger contra nuevas amenazas y realizar mantenimientos preventivos en la infraestructura para garantizar su buen funcionamiento y minimizar el riesgo de fallos.

Debido a la importancia de la seguridad en la que se ha hecho hincapié anteriormente, en este proyecto se combinan tanto las herramientas integradas como las prácticas de seguridad mencionadas asegurando así la seguridad de nuestros clientes.

## 7. VISUALIZACIÓN

En esta sección se detalla el proceso llevado a cabo para la visualización de los datos recopilados por el algoritmo de detección de emociones. La visualización de datos es un aspecto fundamental para comprender y analizar la información generada por el algoritmo, permitiendo obtener diversas perspectivas valiosas y tomar decisiones informadas.

### 7.1. ANÁLISIS DE DATOS GENERADOS

Se ha llevado a cabo una exhaustiva revisión de los datos recopilados por el algoritmo, abarcando no solo las emociones detectadas en diversas circunstancias, sino también otros aspectos relevantes que complementan el análisis. Además de las emociones, se han identificado otras variables clave que se consideran cruciales para obtener una comprensión más holística de los datos. Entre estas variables se incluyen el género, el tiempo y la participación de los trabajadores.

La inclusión del género en el conjunto de datos permite explorar posibles patrones relacionados con preferencias de género en la respuesta emocional a determinados estímulos o situaciones. Este análisis puede revelar información valiosa sobre la efectividad de ciertas estrategias de marketing o la percepción de productos y servicios por parte de diferentes géneros.

La variable de tiempo se considera esencial para investigar si existen correlaciones entre el estado emocional de los clientes y ciertos períodos temporales, como días de la semana, meses del año o eventos estacionales. Esta información puede ser valiosa para adaptar estrategias comerciales según las tendencias emocionales observadas en diferentes momentos.

La inclusión de los trabajadores como una variable en el análisis permite evaluar el impacto de la interacción humana en la generación de emociones en los clientes. Al identificar qué trabajadores tienen un efecto más positivo en la experiencia emocional del cliente, las organizaciones pueden desarrollar prácticas y capacitaciones dirigidas a mejorar las interacciones con los clientes y promover una experiencia más satisfactoria en general.

## 7.2. SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN

Elegir la herramienta adecuada de visualización de datos es crucial para extraer la información significativa y comunicar eficazmente la información. Con una amplia gama de opciones disponibles, la selección correcta puede impactar directamente en la comprensión y la toma de decisiones.

A continuación, se presenta una tabla comparativa que destaca las características clave de diversas herramientas de visualización, demostrando por qué Power BI sobresale como la opción preferida para muchos profesionales y empresas:

<b>Herramienta</b>	Power BI	Tableau	QlikView	Google Data Studio	Excel
<b>Facilidad de uso</b>	Sí	Varía	Varía	Si	Si
<b>Funcionalidades avanzadas</b>	Sí	Sí	Si	Varía	Si
<b>Conectividad</b>	Sí	Sí	Si	Si	Si
<b>Flexibilidad</b>	Alta	Alta	Alta	Alta	Media
<b>Costo</b>	No	Sí	Si	No	Si

Ilustración 11: Comparación de herramientas

Según la tabla proporcionada, Power BI, destaca en varios aspectos los cuales son claves para la visualización de los datos de este proyecto, entre todas sus características podemos resaltar su facilidad de uso ya que se trata de una plataforma muy interactiva permitiendo el fácil entendimiento de los resultados para los clientes, además de su buena conectividad la cual permite que a medida que se vayan almacenando nuevos datos, esta plataforma se actualizará modificando automáticamente las gráficas diseñadas anteriormente.

### 7.3. DISEÑO DE LAS VISUALIZACIONES

Se han creado diversos tipos de gráficos, incluyendo gráficos de barras apiladas, gráficos circulares, gráficos de líneas y tarjetas (*KPI*<sup>12</sup>) para representar aspectos cruciales de los datos. Por ejemplo, los gráficos de barras apiladas indican el porcentaje de hombres y mujeres que han experimentado cada emoción.

Por otro lado, un gráfico circular muestra la proporción de hombres y mujeres que entran al negocio, mientras que otro gráfico de barras detalla la cantidad de personas que han experimentado una emoción específica todas estas tablas están en relación con el tiempo.

Seguidamente hay otro panel el cual se centra solamente en las emociones generadas por los trabajadores, en este panel se han usado diversas gráficas entre ellas un gráfico circular para visualizar la distribución de las emociones expresadas por cada trabajador, dividiendo se entre hombres y mujeres. Permitiendo así identificar patrones y tendencias en la comunicación por género.

En el panel de visualización también nos encontramos con varias tarjetas las cuales nos muestran una idea del progreso de dicha empresa.

También se hace uso de un gráfico de barras el cual muestra la cantidad de cada tipo de emoción generada por cada trabajador y una tabla que presenta el porcentaje de cada emoción generada por cada trabajador, pudiendo analizar así el desempeño individual.

---

<sup>12</sup> Siglas en inglés las cuales provienen de Key Performance Indicator (indicador clave de rendimiento), métrica cuantitativa donde se mide el progreso del equipo hacia sus objetivos.

## 7.4. ANÁLISIS DE LAS VISUALIZACIONES

El análisis detallado de los resultados obtenidos por el algoritmo revela varias conclusiones interesantes las cuales dicho negocio podría utilizar para definir estrategias futuras con el fin de mejorar, ver si el funcionamiento de la empresa es el correcto, que objetivos establecer y a su vez el poder evaluar el desempeño de sus trabajadores.

Algunas conclusiones obtenidas a través de dicho análisis son:

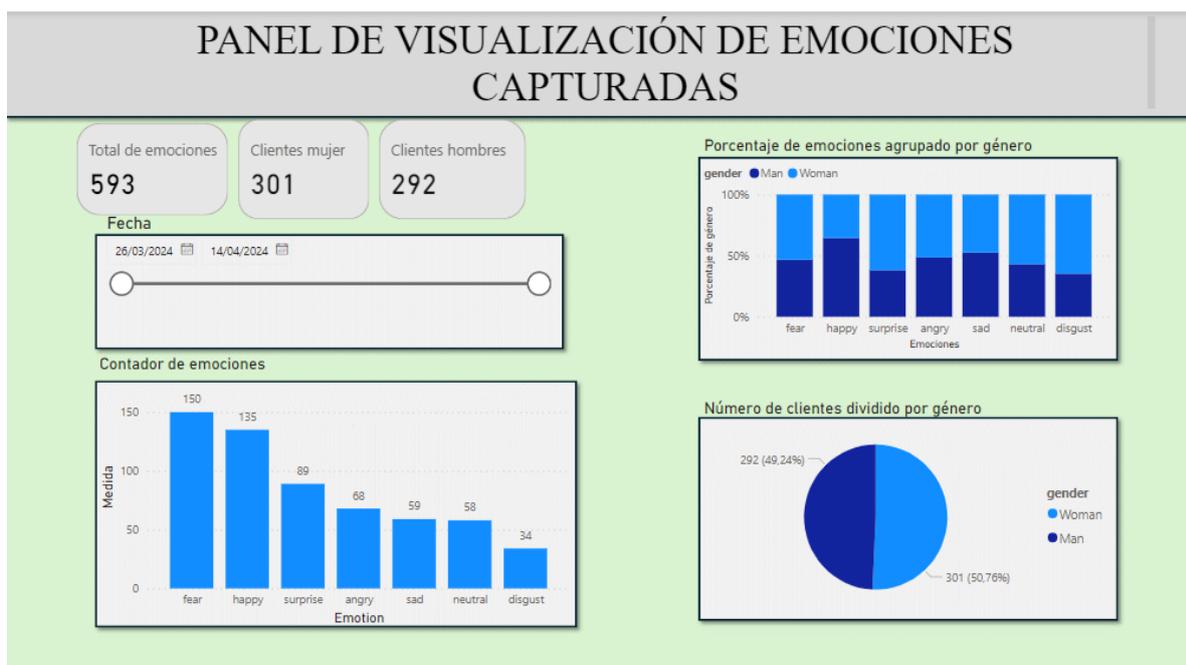


Ilustración 12: Panel del dashboard

- **Equilibrio de género:** Se observa que la diferencia de género en dicho negocio es mínima. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta distribución puede variar según el periodo de tiempo.
- **KPIS:** Estas tarjetas nos muestran el total de emociones recopiladas por el algoritmo y a que género pertenecían dichas emociones.

Debido a que el algoritmo también registra el tiempo en que la emoción fue generada, este panel iterativo nos ofrece un análisis del negocio según la época que queremos visualizar, por ejemplo, en la siguiente ilustración nos muestras los resultados que tuvieron lugar entre 01/04/2024 y el 14/04/2024.

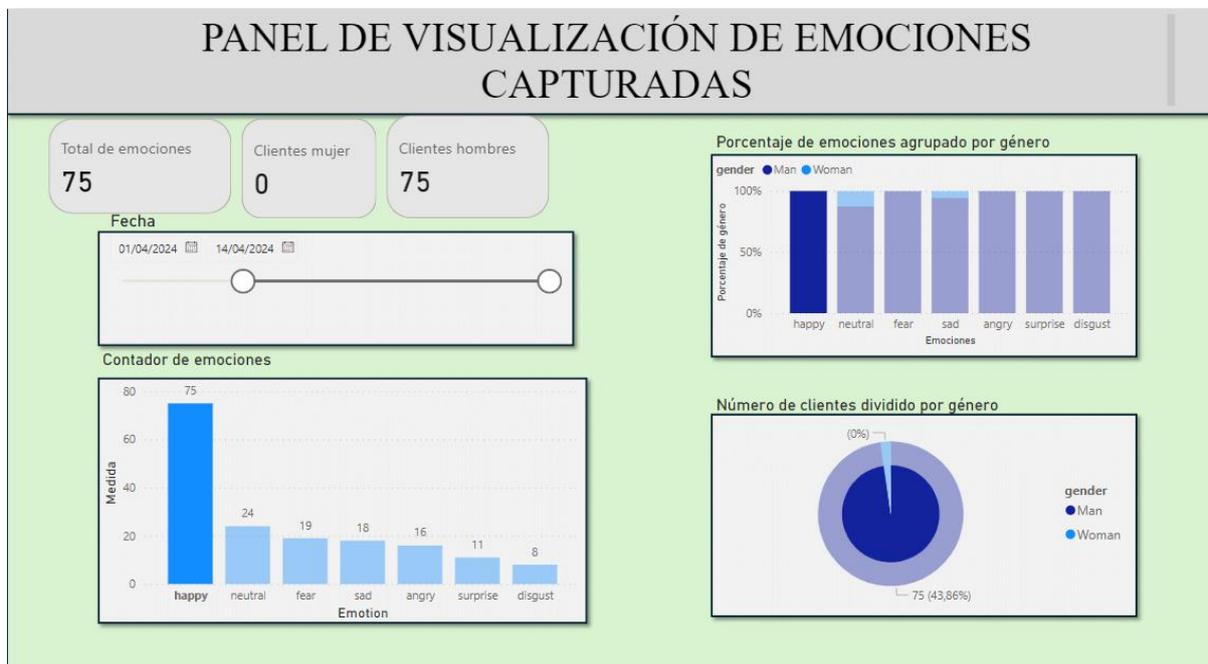


Ilustración 13: Panel del dashboard filtrado por el tiempo

- **Diferencia de género:** A pesar de que en la vista general la cantidad de hombres y mujeres están muy a la par, en este periodo de tiempo se aprecia una gran diferencia. Estos datos pueden ser de gran ayuda para el negocio para poder indagar más el porqué de ese cambio.
- **Emoción predominante:** Otro dato a destacar es que en ese periodo de tiempo la emoción más predominante entre los hombres es la felicidad mientras que de las pocas mujeres que hay se han registrado emociones como la tristeza y la neutralidad.

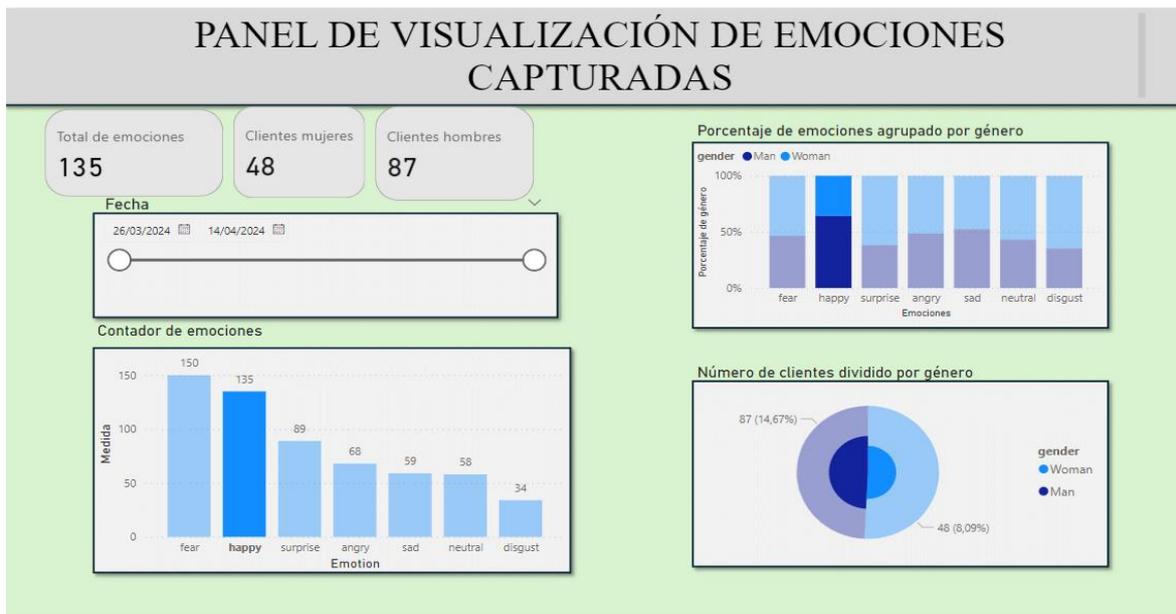


Ilustración 14: Panel del dashboard emoción hombres

- **Emoción por género:** Analizando todo el periodo de prueba, la felicidad destaca como la emoción predominante entre los hombres, registrando casi el doble que la de las mujeres. Una diferencia notable que refleja patrones emocionales significativos.

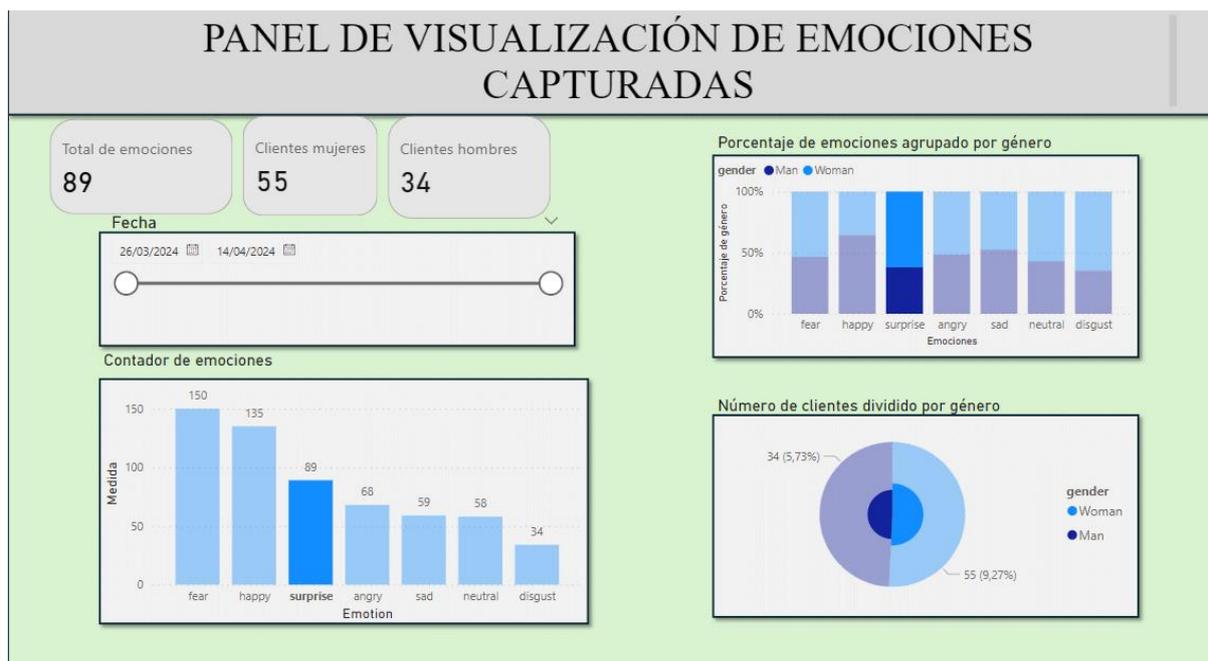


Ilustración 15: Panel del dashboard emoción mujeres

- **Emoción por género:** En contraste, la emoción predominante entre las mujeres en comparación con los hombres es la sorpresa, superando en más de veinte veces la frecuencia registrada en hombres.

Estas diferencias en las emociones predominantes pueden reflejar distintos estilos de interacción o enfoques en el servicio al cliente según el género. Por ejemplo, la gran tasa de la felicidad entre los hombres podría indicar una mayor predisposición hacia ciertos aspectos del servicio, mientras que la sorpresa entre las mujeres podría reflejar una respuesta más marcada a ciertos estímulos o situaciones.

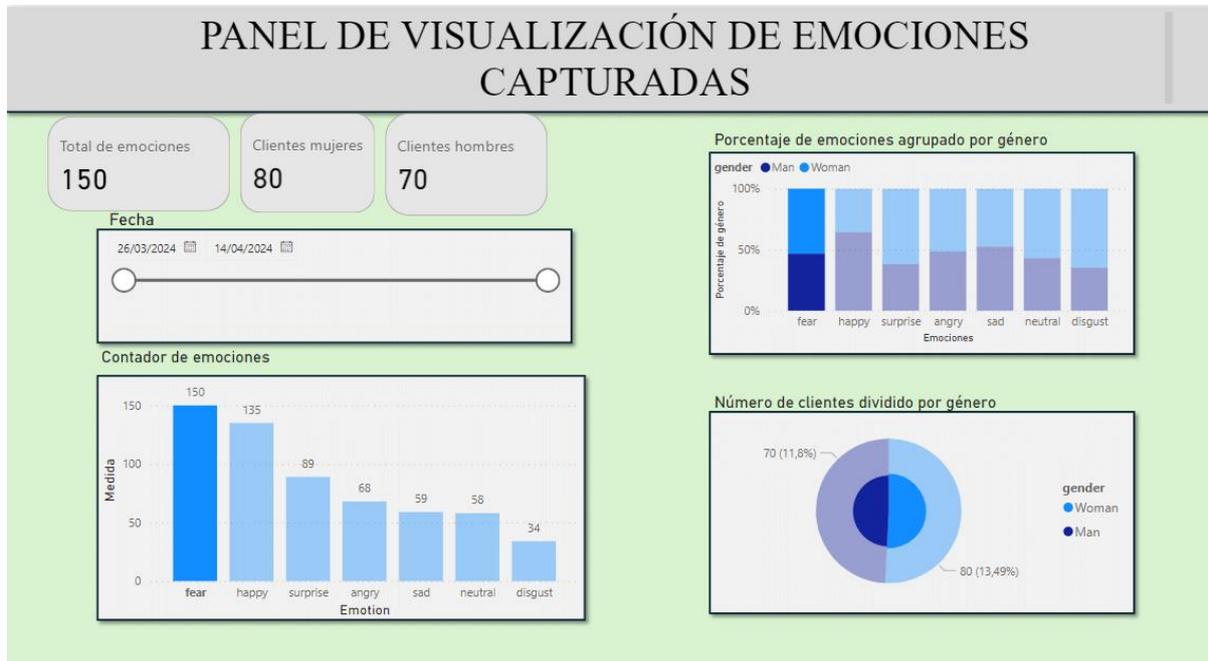


Ilustración 16: Panel del dashboard emoción general

- Emoción más predominante:** El análisis de la vista más grupal revela que la emoción predominante es el miedo, aunque esta emoción está bastante balanceada, las mujeres tienen mayor predisposición. Este hallazgo puede tener implicaciones importantes para el ambiente laboral y las interacciones entre los trabajadores y los clientes. Al identificar el miedo como la emoción predominante puede indicar posibles áreas de preocupación o estrés en el entorno y sugiere la necesidad de abordar estos problemas para promover un ambiente más positivo y productivo.

Seguidamente el siguiente panel se centra el desempeño individual de los trabajadores, el cual usa diferentes herramientas para proporcionar un mejor análisis de dichos empleados, estos medios nos ayudan a visualizar:

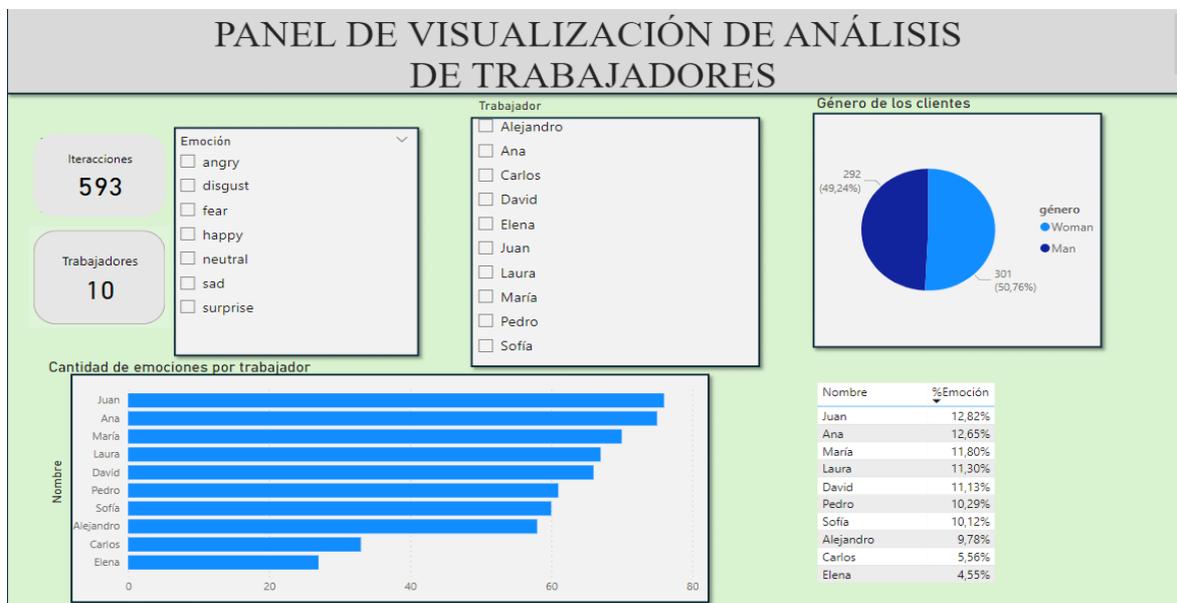


Ilustración 17: Panel dashboard análisis de trabajadores

- **Trabajador que genera más emociones:** A través de la gráfica de barras horizontales en la cual muestra el recuento de emociones, podemos ver cuáles son los trabajadores que más han interactuado con el cliente.
- **Porcentaje:** Seguidamente hay una tabla en la cual se muestra el nombre del trabajador y el porcentaje de la emoción generada la cual se ha de seleccionar previamente.
- **Interacciones:** En el panel de visualización se muestra un tipo de tarjeta la cuales nos indican el número total de las emociones generadas por los trabajadores.

Este panel es muy útil para poder evaluar con objetividad a los trabajadores, por ejemplo, anteriormente se ha mencionado que la emoción más predominante era el miedo por lo que ha dicho negocio le podría interesar saber el porqué y quien de los trabajadores puede ser el causante.

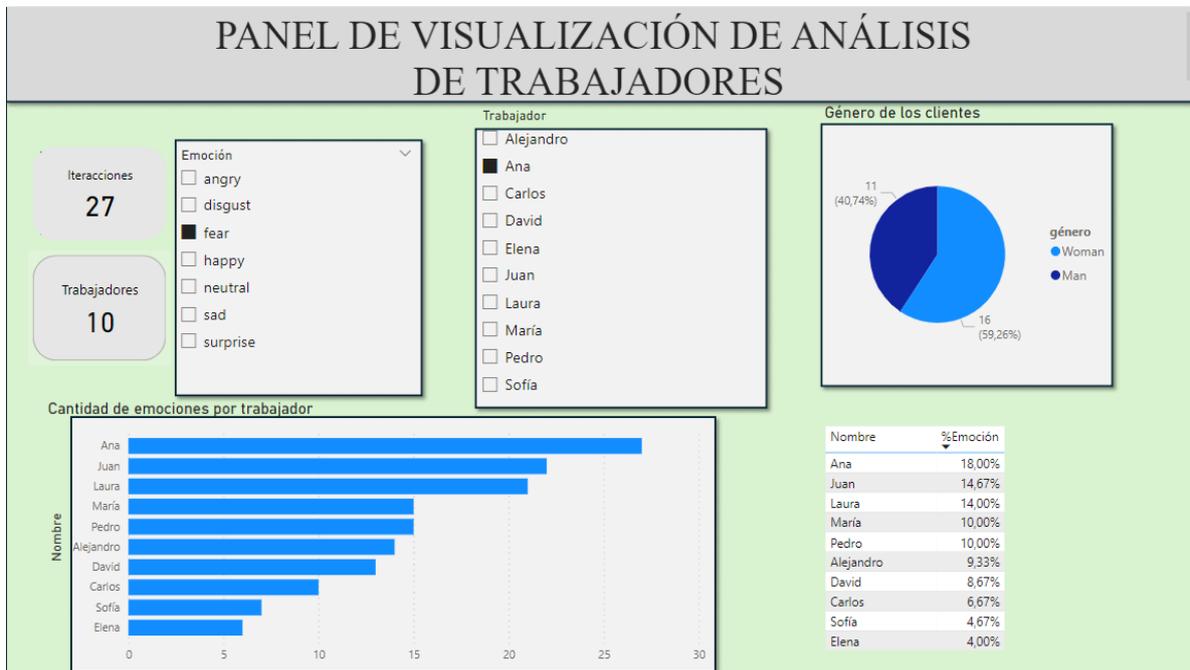


Ilustración 18: Panel dashboard análisis de trabajadores por emoción

- **Análisis de la emoción miedo:** Al filtrar por esta emoción, se observa que Ana es la empleada que más provoca esta respuesta en los clientes, especialmente en mujeres, esta emoción representa un 18% del total de emociones generadas de dicha empleada.

Todos estos hallazgos destacan la importancia crucial de comprender y gestionar las emociones en el entorno. El equilibrio de género y las diferencias emocionales entre hombres y mujeres proporcionan una perspectiva sobre la dinámica del equipo y las interacciones con los clientes. Además, identificar y analizar las preocupaciones emocionales, como el miedo predominante, es fundamental para promover un ambiente positivo y productivo.

Además, el reconocimiento de las fortalezas individuales, como la capacidad de generar felicidad, destaca el desempeño de cada empleado contribuyendo al éxito general del negocio.

## 8. SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Este apartado se centra en identificar y explicar cuáles son las “ODS” que cumple este proyecto.

“Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Globales, fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015 como un llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad”. (*Objetivos De Desarrollo Sostenible*, n.d.)

Este proyecto se relaciona directamente con cuatro de los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas:

- **ODS 3 - Salud y Bienestar:** Emotion Tracker desempeña un papel importante en la promoción de la salud mental y emocional al analizar las emociones de los clientes, mediante la identificación de patrones emocionales que pueden afectar la experiencia del cliente y su bienestar general, además gracias a esta herramienta las empresas pueden adaptar sus servicios y crear entornos más favorables para la salud mental.
- **ODS 5 - Igualdad de Género:** Aborda la igualdad de género al analizar cómo diferentes géneros experimentan y responden a distintas situaciones emocionales. El hecho de comprender las emociones de los hombres y mujeres por igual, esta herramienta ayuda a las empresas a diseñar estrategias y servicios más inclusivos que atiendan las necesidades emocionales de todos los clientes, independientemente de su género.
- **ODS 9 - Industria, Innovación e Infraestructura:** Emotion Tracker se basa en la innovación tecnológica, específicamente en el campo del reconocimiento facial y el análisis emocional, para desarrollar herramientas con el objetivo de que mejoren la comprensión de las emociones de los clientes. Esta innovación tecnológica contribuye al avance de la industria al proporcionar nuevas soluciones para comprender y mejorar la experiencia del cliente en entornos comerciales.

- **ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles:** El hecho de que Emotion Tracker aborda las necesidades emocionales de los clientes ofrece la oportunidad de que las empresas pueden contribuir a la construcción de comunidades más sostenibles y equitativas.

Estas áreas reflejan el compromiso del proyecto con la mejora del bienestar, la igualdad, la innovación y la sostenibilidad, alineándose así con los objetivos globales de desarrollo sostenible.

## 9. CONCLUSIÓN

Como conclusión del proyecto se recalca la importancia y la necesidad creciente de estos tipos de algoritmos en la sociedad actual, ya que hoy en día muchas personas no tienen el tiempo o la simple intención de participar en encuestas tradicionales que evalúen productos o servicios. La capacidad de detectar y analizar emociones en tiempo real proporciona una herramienta de alto valor para comprender las necesidades y las preferencias de los clientes de manera más precisa.

Este tipo de tecnología que se ha llevado a cabo tiene el potencial de aumentar la participación sin intervenir directamente con el cliente y a su vez se respetan en todo momento los derechos fundamentales de los ciudadanos, particularmente el derecho a la privacidad y a la imagen.

Además, el objetivo principal de este proyecto no era simplemente identificar las diversas emociones captadas a través de varias cámaras, sino también proporcionar información valiosa a los negocios que harían uso de la tecnología. Es por ello que se amplió la funcionalidad del sistema para incluir la identificación del género y el registro temporal de cada emoción, permitiendo así un análisis más detallado de los resultados obtenidos.

Para evaluar la efectividad de la información recopilada, se llevó a cabo un estudio de caso en el que se implementaron dos paneles de visualización para un negocio hipotético que utilizaba esta solución tecnológica.

En el primer panel, se presentó una visión general de la empresa, mostrando la emoción predominante entre los clientes, la diferencia de género y el número de emociones registradas a lo largo del tiempo. Ofreciendo así una comprensión completa de la dinámica de las emociones de la clientela y cómo estas emociones pueden variar según el género, así como su evolución temporal.

En el segundo panel, se evaluó el desempeño individual de cada trabajador, proporcionando información detallada como el porcentaje de cada emoción generada por los clientes en interacción con cada empleado, y si había una mayor aceptación por parte de los clientes hombres o mujeres.

Este análisis individualizado permitió identificar fortalezas y áreas de mejora en el servicio al cliente por parte de cada empleado, así como comprender cómo las diferentes emociones impactan en la satisfacción del cliente según su género.

Estos resultados respaldaron la posible ventaja competitiva que este proyecto puede ofrecer a los negocios que utilicen esta tecnología en comparación con sus competidores. Además, es importante resaltar nuevamente el compromiso del proyecto con la mejora del bienestar, la igualdad, la innovación y la sostenibilidad en la sociedad. Este compromiso se refleja en la alineación del proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, especialmente el ODS 3 - Salud y Bienestar, el ODS 5 - Igualdad de Género, el ODS 9 - Industria, Innovación e Infraestructura, y el ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles.

## 10. MEJORAS FUTURAS

Consultando expertos en la materia y haciendo una pequeña encuesta a los clientes para saber su opinión respecto al proyecto y qué mejoras son las más interesantes, es por eso, que en el caso de continuar con el proyecto en el futuro, una mejora importante sería la agregación de la edad del rostro detectado con mayor precisión. Aunque esta variable está disponible en DeepFace, su exactitud no es muy precisa y el hecho de incluirla actualmente podría introducir sesgos en los datos, lo que afectaría la planificación estratégica del negocio. Por eso con más tiempo se podría mejorar esta variable mediante ajustes y refinamientos en el algoritmo con la intención de añadirla al proyecto ya que el factor edad puede ser muy valioso para futuras estrategias y análisis del mercado. Esta mejora de la precisión en la detección de la edad contribuirá directamente al ODS 5 - Igualdad de Género, ya que permitirá una comprensión más precisa de las diferentes generaciones de clientes.

Además, sería beneficioso ampliar la cantidad y variedad de rostros en el modelo previamente entrenado. Aunque el modelo actualmente contiene una gran cantidad de datos, agregar más muestras podría mejorar su precisión y capacidad de generalización.

Esto ayudaría a capturar una gama más amplia de expresiones faciales y características individuales, lo que a su vez mejoraría los resultados del análisis emocional y de género.

Al capturar una gama más amplia de expresiones faciales y características individuales, se mejorará la capacidad del sistema para crear entornos emocionalmente saludables y sostenibles, especialmente en contextos urbanos y comunitarios, fortaleciendo la relación del proyecto con la ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles mencionada anteriormente.

Otra mejora sería la actualización o mejora de la calidad de las cámaras utilizadas para la detección de rostros, ya que una mayor calidad de imagen podría facilitar la identificación precisa de rasgos faciales y emociones, contribuyendo al objetivo mencionado anteriormente en el ODS 3 - Salud y Bienestar debido a que este hecho aumentaría la confiabilidad de los datos recopilados y los análisis realizados

Por último, un objetivo que sería principal en el futuro sería el de agregar Inteligencia Artificial pudiendo así implementar un sistema de recomendación personalizado para los clientes basado en emociones detectadas. Esto implica utilizar algoritmos de aprendizaje automático para analizar las emociones de los clientes y recomendar productos o servicios que se ajusten a su estado emocional.

Por ejemplo, en el caso de que un cliente sea detectado por el algoritmo por una emoción de felicidad, el sistema podría recomendar productos o servicios relacionados con actividades recreativas o de entretenimiento. Por otro lado, si un cliente muestra una emoción de tristeza o estrés, el sistema podría sugerir productos o servicios que ayuden a aliviar el estado de ánimo, como productos de bienestar o servicios de relajación.

La implementación de un sistema de recomendación basado en emociones no solo mejoraría la experiencia del cliente al ofrecer recomendaciones más relevantes y personalizadas, sino que también podría ayudar al negocio a aumentar las ventas y la satisfacción del cliente. Además, sería una adición significativa al proyecto al integrar capacidades avanzadas de IA para mejorar la toma de decisiones y la interacción con los clientes, lo cual respaldará el ODS 9 - Industria, Innovación e Infraestructura.

En resumen, estas mejoras están diseñadas para maximizar los efectos positivos sobre los ODS mencionados anteriormente, contribuyendo así al avance de objetivos globales de desarrollo sostenible.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- United Nations. (s. f.). *La Declaración Universal de los Derechos Humanos / Naciones Unidas*. <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- *¿Qué es una red neuronal? - Explicación de las redes neuronales artificiales - AWS*. (s. f.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/what-is/neural-network/>
- Lafuente, A. (2018, 12 September). *Bases de datos relacionales vs. no relacionales: ¿qué es mejor? - Aukera*. Aukera. <https://aukera.es/blog/bases-de-datos-relacionales-vs-no-relacionales/>
- *How to Detect Emotions in Images Using Python | Edlitera*. (s. f.). Edlitera. <https://www.edlitera.com/blog/posts/emotion-detection-in-images>
- *Edlitera blog*. (s. f.). Edlitera. <https://www.edlitera.com/blog/posts/emotion-detection-in-images%20edlitera-evaluating-classification-models>
- *Build software better, together*. (s. f.). GitHub. <https://github.com/topics/emotion-analysis>
- Trinker. (s. f.). *GitHub - trinker/sentimentr: Dictionary based sentiment analysis that considers valence shifters*. GitHub. <https://github.com/trinker/sentimentr>
- United Nations. (s. f.-b). *La Declaración Universal de los Derechos Humanos / Naciones Unidas*. <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- VanMSFT. (2023, 25 agosto). *Securing SQL Server - SQL server*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/security/securing-sql-server?view=sql-server-ver16>
- *NLTK :: Natural Language Toolkit*. (s. f.). <https://www.nltk.org/>

- *Sentiment NLP with Mallet.* (s. f.). Gist. <https://gist.github.com/aron-bordin/0a3c13a508b5246702be>
- Noblejas, D. (2023, 22 febrero). *Seguridad en Microsoft SQL Server.* Sothis. <https://www.sothis.tech/seguridad-en-microsoft-sql-%20sothis.tech/seguridad-en-microsoft-sql-server>
- Stanfordnlp. (s. f.). *GitHub - stanfordnlp/stanfordnlp: [Deprecated] This library has been renamed to «Stanza». Latest development at:* <https://github.com/stanfordnlp/stanza>.
- GitHub. <https://github.com/stanfordnlp/stanfordnlp>
- Thangltttt. (2023, 10 february). *WSCnet.* Kaggle. <https://www.kaggle.com/code/thangltttt/wscnet>

## 12. ANEXO

### 12.1. CONSTRUCCIÓN DE LA APLICACIÓN

A continuación, se adjunta un código del esquema utilizado durante este proyecto para la completa creación del algoritmo, la conexión y el almacenamiento en la base de datos SQL. A su vez, también se incluirá un fichero en el entregable de la memoria en GitHub para su carga.

```
import pyodbc
server = 'LAPTOP-6GH1OKFQ'
##usuario='sa'
#contraseña='carlos1'
#Llevamos a cabo la conexión
conexion = pyodbc.connect(driver = '{SQL server}',host=server)

print('conexion exitosa')
##Creación
cursor=conexion.cursor()
cursor.execute('CREATE DATABASE EMOTIONS')
import pyodbc
import cv2
import os
from deepface import DeepFace
from datetime import datetime

database = 'EMOTIONS'

# Establecer conexión con la base de datos
conn = pyodbc.connect(driver='{SQL Server}', server=server,
database=database)

# Crear la tabla Emotions si no existe
cursor = conn.cursor()
# Alterar la tabla Emotions para agregar una nueva columna llamada Gender
cursor.execute('''
                IF NOT EXISTS (SELECT * FROM INFORMATION_SCHEMA.TABLES
WHERE TABLE_NAME = 'Emotions')
                CREATE TABLE Emotions (
                    ID INT PRIMARY KEY IDENTITY,
                    Emotion NVARCHAR(50),
                    Gender NVARCHAR(50),
                    CreatedAt DATETIME
                )
            ''')
conn.commit()
# Cargar el clasificador de rostros
face_cascade = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
'haarcascade_frontalface_default.xml')

# Iniciar la captura de video desde la webcam
cap = cv2.VideoCapture(0)
```

```

scaling_factor = 1 # Parámetro que especifica cuánto se reduce el tamaño
de la imagen en cada iteración

while True:
    # Capturar un frame de video
    ret, frame = cap.read()

    # Redimensionar el frame de video
    frame = cv2.resize(frame, None, fx=scaling_factor, fy=scaling_factor,
interpolation=cv2.INTER_AREA)

    # Detectar rostros en el frame
    faces = face_cascade.detectMultiScale(frame, scaleFactor=1.3,
minNeighbors=3)

    for (x, y, w, h) in faces:
        face = frame[y:y+h, x:x+w]

        # Analizar la emoción y el género del rostro
        analysis = DeepFace.analyze(face, actions=['emotion', 'gender'],
enforce_detection=False)
        emotion = analysis[0]['dominant_emotion']
        gender = analysis[0]['dominant_gender']

        # Agregar texto de emoción y género al frame
        emotion_text = "Emotion: " + emotion
        gender_text = "Gender: " + gender
        cv2.putText(frame, emotion_text, (x, y-40),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.8, (0, 0, 255), 2)
        cv2.putText(frame, gender_text, (x, y-20),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.8, (0, 0, 255), 2)
        cv2.rectangle(frame, (x, y), (x+w, y+h), (0, 255, 0), 3)

        # Generar la cadena de tiempo
        timestamp = datetime.now().strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S")

        # Convertir la cadena de tiempo a un objeto datetime
        timestamp_datetime = datetime.strptime(timestamp, "%Y-%m-%d
%H:%M:%S")

        # Insertar datos en la base de datos
        cursor = conn.cursor()
        cursor.execute("INSERT INTO EMOTIONS (Emotion, Gender, CreatedAt)
VALUES (?, ?, ?)",
                    (emotion, gender, timestamp_datetime))
        conn.commit()

        # Mostrar el frame resultante
        cv2.imshow('frame', frame)

        # Presionar 'q' para salir
        if cv2.waitKey(1) == ord('q'):
            break

# Liberar la captura y cerrar todas las ventanas
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
conn.close()

```

```
database = 'EMOTIONS'

# Establecer conexión con la base de datos
conn = pyodbc.connect(driver='{SQL Server}', server=server,
database=database)
cursor = conn.cursor()

# Verificar si la tabla ya existe antes de crearla
cursor.execute('''
    IF NOT EXISTS (SELECT * FROM INFORMATION_SCHEMA.TABLES
WHERE TABLE_NAME = 'Workers')
    CREATE TABLE Workers (
        TrabajadorID INT PRIMARY KEY,
        Nombre NVARCHAR(100)
    );
''')

# Insertar los datos en la tabla Workers
cursor.executemany("INSERT INTO Workers (TrabajadorID, Nombre) VALUES (?,
?)", [
    (1, 'Carlos'),
    (2, 'Ana'),
    (3, 'Juan'),
    (4, 'María'),
    (5, 'Pedro'),
    (6, 'Laura'),
    (7, 'David'),
    (8, 'Sofía'),
    (9, 'Alejandro'),
    (10, 'Elena')
])

# Confirmar los cambios en la base de datos
conn.commit()
```

Implementación 7: Código completo

### 13. GITHUB

Con el objetivo que se puede verificar el funcionamiento del código, se ha subido a la plataforma Github todo el proceso del proyecto.

- Carlos16rf. (s. f.). GitHub - Carlos16rf/Emotion\_Tracker: Algoritmo con Deepface para detectar emociones en vivo. GitHub. [https://github.com/Carlos16rf/Emotion\\_Tracker](https://github.com/Carlos16rf/Emotion_Tracker)