

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

Módulo de recomendación de recursos educativos basado en el seguimiento de emociones

Alejandro Martínez Giraldo

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Tecnólogo en Sistemas de Información

Asesor(es)

Paula Andrea Rodríguez Marín

Juan David Martínez Vargas

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM

Facultad de Ingenierías

Departamento Sistemas de Información

Medellín, Colombia

2021

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RESUMEN


Los sistemas de recomendación han tenido gran importancia en los últimos años ya que con sus algoritmos que filtran la información y entregan recomendaciones de acuerdo con los gustos de los usuarios pueden llegar a mejorar los servicios que prestan las empresas, por esta razón muchas de ellas los están implementando. En los ambientes educativos, los sistemas de recomendación pueden entregar a los estudiantes materiales que lo ayuden a la apropiación de un tema, según las características individuales de cada uno. En este trabajo de grado se realizó un aplicativo web, donde se implementó un módulo de sistema de recomendación de recursos educativos, basado en conocimiento según la emoción que se detecta de los estudiantes. Para que el sistema fuera capaz de hacer recomendaciones se tuvo en cuenta la emoción de felicidad y se hizo un conteo de las veces que el sistema detectaba esta emoción al presentarle diferentes tipos de recursos como audios, videos, lecturas y ejercicios, de esta forma el sistema le recomendaría al usuario otros recursos educativos similares a aquellos donde la emoción de felicidad era predominante. El módulo de recomendaciones aquí propuesto fue integrado al módulo de detección automática de emociones del grupo de investigación MIRP. Se realizó una validación con un grupo de estudiantes del ITM y sus resultados son promisorios.

Palabras clave: Aplicativo web, detección automática de emociones, recursos educativos y sistemas de recomendación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

RECONOCIMIENTOS

Para la realización de este proyecto de laboratorio fue posible gracias a Paula Andrea Rodriguez Marín y Juan David Martínez Vargas, profesores del instituto tecnológico metropolitano quien agradezco , quienes fueron mis tutores asignados que me acompañaron y ayudaron en la realización de todo el proyecto, un agradecimiento a mi amigo Alejandro Piedrahita Carvajal quien me apoyo y ánimo para que todo esto fuera posible y agradezco a mis amigos, familias que participaron en la prueba final del proyecto y aportaron su opinión.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02- 2020

ACRÓNIMOS

MIRP: Máquinas Inteligentes y Reconocimiento de Patrones.

IA: Inteligencia Artificial.

ANN: Artificial Neural Networks.

LBPH: Local Binary Pattern Histogram.

HTTP: Hyper Text Transfer Protocol

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Que es un sistema de recomendación	10
2.2 Recursos educativos.....	14
2.3 Reconocimiento del rostro	14
2.3 Reconocimiento automática de emociones.....	16
3. METODOLOGÍA	17
3.1 Estructura	18
3.2 Temas de estudio	21
3.2 Implementación	22
3.4 Desarrollo del aplicativo web	22
3.5 Sistema de recomendación.....	23
3.6 Validación del aplicativo web.....	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1 Página de inicio.....	25
4.2 Adquisición de la preferencia del tipo de recurso.....	26
4.2.1 Módulo de Algebra Lineal	26
4.2.2 Módulo de Inteligencia Artificial.....	32
4.2.3 Modulo de Python	38
4.2.4 Modulo de Redes Neuronales	42
4.3 Pruebas funcionales de la aplicación	46
4.4 Validación con usuarios reales	47
4.4.1 Primera pregunta	47
4.4.2 Segunda Pregunta.....	48
4.4.3 Tercera pregunta.....	49
4.4.4 Cuarta pregunta	49

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.4.5 Quinta pregunta	50
4.4.6. Sexta pregunta	51
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	52
5.1 Conclusiones.....	52
5.2 Recomendaciones	53
5.3 Trabajo a futuro	53
REFERENCIAS	55
ANEXOS	57
Anexo A. Librerías utilizadas en Python para el proyecto	57
Anexo B. Código de Learning.py y camera.py.....	58

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas de recomendación han mostrado sus ventajas en todas las áreas del conocimiento, desde aplicaciones en comercio electrónico hasta aplicaciones en telesalud, su importancia se hace evidente en empresas como Netflix, Spotify, Facebook, Amazon, YouTube, entre otras más, que utilizan los sistemas de recomendación como su base de negocio. Los sistemas de recomendación son algoritmos que tienen como objetivo recomendar o sugerir un ítem a un usuario teniendo en cuenta sus necesidades y gustos, para esto el sistema requiere de una gran cantidad de datos que pueden ser obtenidos por parte del usuario al que le quiero entregar la recomendación o información de otros usuarios similares que ya han sido previamente observados para poder dar recomendaciones adecuadas al usuario.

Existen muchas técnicas que se pueden aplicar para poder desarrollar un modelo de recomendaciones y poder ayudar al usuario a encontrar los ítems que se adapten a sus gustos y necesidades. Estas técnicas se basan en el análisis de información disponible tanto de los ítems como de los usuarios.

El objetivo de este trabajo de grado es proponer un sistema de recomendación de recursos educativos, basado en la preferencia del tipo de recurso del estudiante, realizando un seguimiento a las emociones que despierta en ellos los diferentes tipos de recursos educativos.

El desarrollo de este trabajo de grado hace parte del proyecto de investigación del grupo Máquinas Inteligentes y Reconocimiento de Patrones (MIRP) “Implementación y

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

aplicación de una metodología de detección de rostros y expresiones faciales en tiempo real, aplicando técnicas de inteligencia artificial, para el seguimiento de emociones en los estudiantes de la facultad de ingeniería”, con código P20227 financiado por la convocatoria para la formación de banco de elegibles de proyectos de Ciencia, Tecnología, Innovación y Creación para los grupos de Investigación del ITM - 2019, también participaron estudiantes de la facultad de ingeniería con quienes se realizaron pruebas del sistema propuesto, encontrando que las recomendaciones entregadas apoyan el proceso de aprendizaje de los estudiantes y ayudan a seleccionar información útil para entender los conocimientos de una forma más adecuada.

Este proyecto se desarrolla teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Proponer un módulo de recomendación de recursos educativos basado en el seguimiento de emociones.

Objetivos Específicos:

1. Identificar los diferentes componentes del módulo de recomendación, así como las diferentes técnicas que se pueden utilizar.
2. Diseñar un módulo de recomendación de recursos educativos que tenga en cuenta las emociones presentes en los estudiantes.
3. Implementar el módulo de recomendación utilizando el lenguaje de programación Python.
4. Integrar el módulo de recomendación desarrollado con el módulo de seguimiento de emociones en tiempo real.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

5. Validar el módulo de recomendación en un caso de estudio.

Con el desarrollo de este trabajo de grado se cumplieron los objetivos propuestos, ya que se logró proponer un módulo de recomendaciones de recursos educativos de los temas álgebra lineal, inteligencia artificial, Python y redes neuronales, basado en el seguimiento de emociones.

Primero se identificaron los componentes del módulo de recomendación, los cuales son la información de los usuarios, información de los ítems y la técnica de recomendación. En este trabajo de grado se identificó la preferencia de los estudiantes por los tipos de recursos educativos, la información de los ítems es los tipos de recursos educativos y la técnica de recomendación seleccionada es basada en conocimiento.

Seguidamente, se diseñó un módulo de recomendación que relaciona la información de los estudiantes y la información de los recursos educativos. El módulo de recomendaciones se desarrolló utilizando Python y se integró con el módulo del grupo MIRP, del reconocimiento automático de emociones en tiempo real.

Finalmente, el sistema desarrollado se validó, no solo en un caso de estudio, sino con varios estudiantes del semillero de inteligencia artificial.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Que es un sistema de recomendación

Un Sistema de Recomendación se define como uno sistema de filtrado de información que se ocupan del problema de la saturación de la información (K. C. Jena, 2017). Esta información es generada por las preferencias explícitas o implícitas del usuario. Normalmente, estos sistemas manejan una gran cantidad de información de usuarios, objetos, y puntuaciones que los usuarios otorgan a los objetos (ratings). Estos sistemas utilizan algoritmos y tecnologías de forma diversa, pero históricamente se han agrupado en dos categorías (Pertejo Magas, 2018).

- **Sistemas basados en contenido:** Utilizan únicamente información de los objetos conocidos por el sistema. Normalmente, se utilizan los datos de características, como entrada a estos algoritmos (Pertejo Mangas, 2018). También esto se basa en el conocimiento y enfoque híbrido. En el primer caso se emplean técnicas de recuperación de información, comparando el contenido a evaluar con el contenido del perfil del usuario (Blanco Mallo,2019).
- **Sistemas basados en filtrado colaborativo:** se calcula la similitud del usuario con otros perfiles; es decir, no se analizan los elementos a recomendar, sino las similitudes entre usuarios. Se parte de la premisa de que, si lo mismo que le gustó al usuario les gustó a otros usuarios, probablemente tengan las mismas preferencias y también le gusten los nuevos elementos que también les gustaron a ellos (Blanco

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Mallo,2019). Es decir, que si a un usuario un le ha gustado producto y a otro usuario que tiene una similitud igual gustos a este se le recomendarán el mismo objeto.

Estos dos tipos de algoritmos que se mencionaron no son los únicos que se pueden aplicar para un sistema recomendación, también como puede ser el basado en conocimiento que, estos sistemas intentan recomendar ítems basándose en las necesidades y preferencias del usuario (Pérez,2018). Pero de también se han utilizado otras técnicas para los sistemas de recomendación, como el de conocimiento que tiene en cuenta los intereses específicos de los usuarios, basado en una similitud de los usuarios y en su historial de búsqueda. Esto teniendo una relación de la necesidad del ítem para así poder relacionar ítems con los usuarios, y además también se encuentran las recomendaciones híbridas que puede ser una combinación de cualquiera de las técnicas anteriores. Por otra parte, los sistemas de recomendación habituales tratan de codificar las propiedades de los elementos y las preferencias de los usuarios hacia los mismos. Suelen utilizar datos como registros de compra o historiales de navegación, añadiendo en ocasiones información complementaria sobre el producto (Blanco,2019). En base a la importancia de los sistemas de recomendación para los usuarios estos, son ampliamente utilizados en plataformas web de entretenimiento como pueden ser Spotify a la hora de recomendar canciones o Netflix a la hora de recomendar películas, pero también existen otro tipo de sistemas no centrados en el entretenimiento del usuario que hacen uso de este tipo de técnicas, como puede ser Amazon al recomendarte compras basadas en tus compras anteriores (Anguiano,2019).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Un sistema de recomendación se compone de (ver figura 1):

1. Información de los usuarios: son los datos que caracterizan a los usuarios del sistema, pueden ser características explícitas (se capturan a través de un formulario) como características implícitas (se capturan de la interacción del usuario con un sistema), también en esta información del usuario van las calificaciones al ítem que ya ha visualizado.
2. Información de los ítems: los ítems son los materiales que se van a recomendar, en este trabajo de grado serían los recursos educativos, en otros contextos, pueden ser productos, vídeos o imágenes.
3. El sistema de recomendación: que es el encargado de hacer una relación de la información del usuario con la información del ítem, utilizando alguna de las técnicas de recomendación existentes para entregar un listado de sugerencias que se adapta o se acerca a las necesidades de un usuario específico.

Recomendaciones: es el listado de sugerencias para ese usuario. Hay que señalar que un buen sistema de recomendación es quien entrega listados diferentes para los distintos usuarios.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

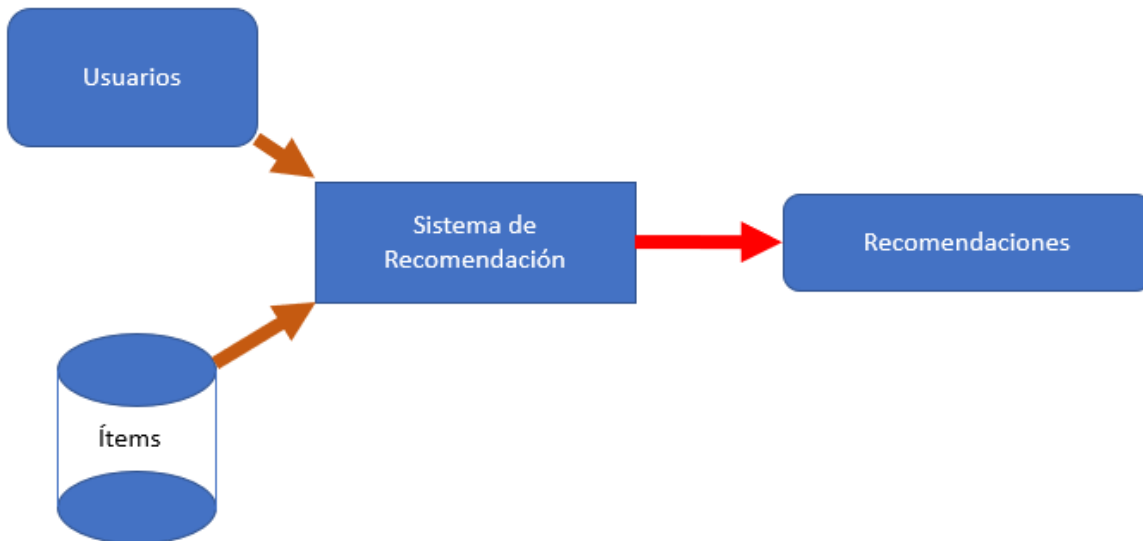


Figura 1. Componentes de un Sistema de recomendación. Fuente: Propia.

Técnicas de recomendación

Existen diferentes técnicas que pueden ser aplicadas para el desarrollo de un sistema de recomendación, entre las principales se encuentran:

Contenido: se basan en el contenido de los ítems, también son llamados por historial debido que buscan materiales similares a los que al usuario le ha gustado en el pasado.

Colaborativos: En el blog de fundacionctic (2021) dice que estos son basados en filtrado colaborativo, donde solo se tienen en cuenta las calificaciones de los ítems para encontrar las similitudes entre los usuarios. Tiene como base que, si un usuario que tiene valoraciones parecidas a otra, son usuarios similares y lo que puede gustarle a uno, puede gustarle a otro.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Conocimiento: según Pérez (2018) dice que son los sistemas de recomendación más sencillos, donde se realizan asociaciones directas de la información del ítem y del usuario.

De estas tres técnicas se derivan otras que han ido evolucionando a lo largo de la historia y son cada vez más utilizados.

2.2 Recursos educativos

Los recursos educativos son cualquier material diseñado para que una persona aprenda determinado tema. Según la UNESCO los recursos educativos abiertos (REA) son materiales didácticos, de aprendizaje o investigación que se encuentran en el dominio público o que se publican con licencias de propiedad intelectual que facilitan su uso, adaptación y distribución gratuitos.

En este trabajo de grado se trabajan con recursos con una intencionalidad educativa, además que sean digitales, es decir que se pueda acceder a ellos a través de internet y que sean abiertos, que estén publicados para su acceso desde cualquier lugar.

Existen diferentes tipos de recursos educativos, entre los que encontramos: videos, audios, lecturas, ejercicios prácticos, entre otros.

2.3 Reconocimiento del rostro

La identificación de un rostro se basa en su geometría visual, incluida la relación entre ojos, la nariz, las cejas, la boca y otras características (Amazon Web Services, s.f), basando en reconocer el rostro de la persona creando unos puntos geométricos de localización en la cara, en partes como en la nariz, los ojos, la boca y las cejas, se crean unos vectores que

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

contienen distancias entre los mismos. Cuando más puntos característicos son detectados, mayor número de distancias podrán ser calculadas obteniendo así mejores resultados en el reconocimiento (Domínguez Pavón, 2017). Ver figura 2.

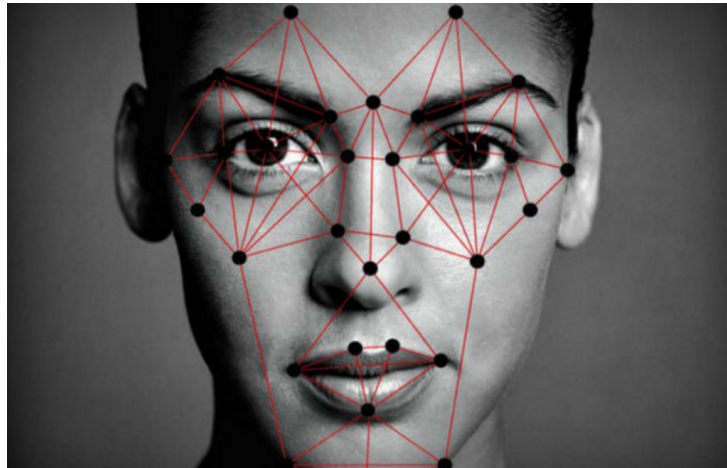


Figura 2. Puntos Geométricos para reconocer el rostro. Obtenido de <https://cdn.ticbeat.com/src/uploads/2018/06/algorithmo-reconocimiento-facial-1024x677.png>

Para esta forma reconocer el rostro que se captura en la cámara, De este modo el sistema de reconocimiento recibirá como entrada un conjunto de imágenes o cara (Gimeno, 2010). En la figura 3 se ve una estructura de un sistema de reconocimiento facial cuando detecta el rostro.

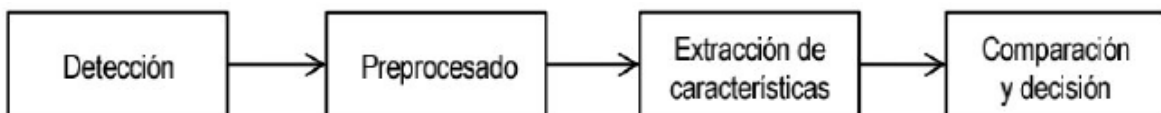


Figura 3. Estructura de un sistema de reconocimiento facial. Obtenido de (Domínguez Pavón, 2017. Pg. 9).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Pero también se pueden aplicar otras metodologías de clasificación de rostros como el Haar-Cascade o demás para la clasificación del rostro.

2.3 Reconocimiento automática de emociones

Las emociones son reacciones psicofisiológicas que todas las personas experimentan ante determinado evento. En la educación las emociones juegan un papel muy importante para que los estudiantes apropien los conocimientos que se están impartiendo.

El reconocimiento de emociones se hace a partir del reconocimiento del rostro y con ello se aplican los algoritmos de inteligencia artificial para etiquetar la emoción que tiene una persona que está al frente de la cámara (Londoño, Marín y Arango, 2013). El desarrollo de métodos para la detección automática de emociones ha estado fuertemente ligado al conocimiento que se tiene sobre los cambios que estas generan en la fisiología de las personas (Li, Xu y Feng, 2016).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

3. METODOLOGÍA

En este trabajo de grado proponemos un sistema de recomendación basado en filtrado por contenido, que captura la información del estudiante a través de la emoción que le genera un material educativo y a partir de ella se le entregan recursos similares a los que le generaron emoción positiva.

El desarrollo de este trabajo de grado se basa en el módulo de reconocimiento automático de emociones realizado por el grupo de investigación del ITM, MIRP, disponible en (Piedrahíta et al, 2021), donde se explica cómo se realiza el proceso y se especifica que el módulo reconoce 3 emociones principales que son: Felicidad, Tristeza y Enojo.

Para realizar la recomendación, a cada estudiante se le presentan 4 tipos de recursos educativos, un vídeo, un audio, un ejercicio práctico y una lectura para que revisen y mientras tanto el módulo de reconocimiento automático procesa la emoción que despierta cada tipo de recurso. Al finalizar esta primera parte, caracterización del estudiante, el sistema reconoce cual tipo de recurso le causo más porcentaje de felicidad y procede a recomendar más recursos educativos de este tipo.

Este proceso de reconocimiento de cual tipo de recurso le genera más felicidad al estudiante puede compararse a la selección del estilo de aprendizaje del estudiante.

A continuación, se explica paso a paso como se desarrolló el módulo de recomendación.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

3.1 Estructura

Para el diseño y estilo del aplicativo web se agrupan los archivos necesarios que le dan forma a las vistas que son (imágenes, iconos, scripts y los css) todo esto se guarda en la carpeta 'static' (ver la figura 5). Para las vistas se nombró una carpeta llamada 'templates' como se ve en la figura 4, esta tiene todas las vistas que fueron implementadas.

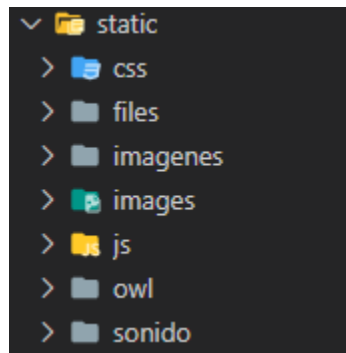


Figura 5 Carpeta 'static' de los diseños. Fuente de elaboración propia.

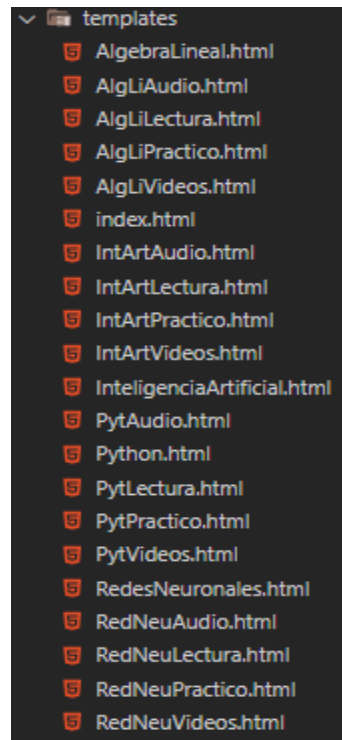


Figura 4 Carpeta 'templates' de las vistas. Fuente de elaboración propia.

Después de haber implementado las vistas y su diseño se prosiguió a realizar los archivos que inician los procesos (ver la figura 6).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

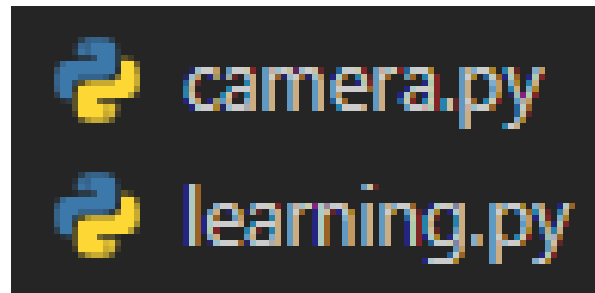


Figura 6 Archivos de inicio. Fuente de elaboración propia.

El archivo de learning.py, es la parte principal ya que en este los métodos y las rutas de acceso se van a ejecutar para poder relacionar cada uno de los modelos que se diseñó a las páginas de las vistas. Y la camera.py esta tiene la clase cámara la cual tiene algunas características que se encarga de obtener en tiempo real los frames de la cámara del computador (Ver Anexo B).

En el reconocimiento de la emoción se utilizó el Haar-Cascade frontalface para reconocer el rostro y el modelo LPBH está encargado de reconocer la emoción que se está expresando en el frame detectado junto con demás archivos que son necesarios para poder detectar la emoción que se expresa en el rostro (su explicación se encuentra en: Piedrahíta et al, 2021), estos dos archivos son cargados en el ‘Load_data_emociones.py’ para poder reconocer la emoción y el rostro como se ve en la figura 7.

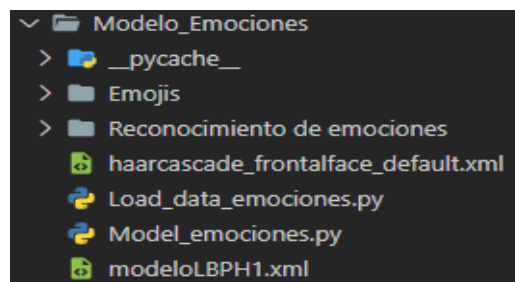


Figura 7 Modelo de emociones. Fuente Propia.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Para poder escoger la técnica para el sistema de recomendación se buscó en libros, proyectos, páginas web y algunas bases de datos como funcionaban cada una de las técnicas, algunas son:

- filtrado colaborativo: Tiene como base la predicción del producto y sus características, es decir, si para un usuario que tiene valoraciones parecidas a otra, son usuarios similares y lo que puede gustarle a uno, puede gustarle a otro.
- Contenido: Estos son aquellos que tomando en cuenta algunos datos del historial del usuario intenta predecir que busca el usuario y que sugerencias similares puede mostrar.
- recomendación cruzada: Su funcionamiento es similar al de los filtros basados en contenido. se agrupan los productos que usualmente se compran juntos o que son valorados de manera análoga por los usuarios, siguiendo este criterio a un usuario se le recomendaran productos similares.
- Conocimiento: son los sistemas de recomendación más sencillos, donde se realizan asociaciones directas de la información del ítem y del usuario.
- Popularidad: se tomó la popularidad de los productos pueden ser los productos más vendidos y se recomendará de forma general a todos los usuarios, es un sistema fácil de implementar para algunos casos.
- Híbrida: Esta técnica es capaz de combinar diferentes técnicas de recomendación para poder entender mejor las características y mejorar las recomendaciones.

De las técnicas que se mencionaron, se decidió escoger en cuenta como la técnica del filtrado por contenido, donde se parte de qué tipo de recurso le generó una emoción positiva

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

(felicidad) al estudiante, se le recomiendan recursos similares, para el funcionamiento del sistema de recomendación que se va a realizar.

3.2 Temas de estudio

Se escogieron cuatro temas de estudio: algebra lineal, Inteligencia Artificial, Programación en Python y Redes Neuronales, para cada uno se decidió usar cuatro tipos de recursos educativos asimilables a los estilos de aprendizaje del estudiante, la primera forma fue la de escucha por medio de reproducción de audios de sonido, la segunda forma es de lectura con documentos escritos, la tercera forma se conforma de actividades prácticas que se podrán ir desarrollando en lo que se ven y la cuarta forma consta de videos, para cada uno se recoleto un numero de archivos y documentos como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1 Información recolectada para cada uno de los módulos y sus formas de aprendizaje. Elaboración propia.

Modulo	Audio o mp3	Lectura	Actividades practica	Videos
Algebra Lineal	9	9	10	12
Inteligencia Artificial	8	8	8	8
Python	10	8	9	11
Redes Neuronales	8	8	11	10

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

3.2 Implementación

Para la implementación del software en el desarrollo del proyecto se trabajó con el lenguaje de programación Python en la versión 3.8.6 ya que el lenguaje de programación tiene una buena estructura de programación y usando Visual Studio Code para la interpretación del código. Para el funcionamiento correcto del programa mientras se programaba en Python se utilizaron las librerías como Numpy, Flask, Opencv y otras que se pueden ver en el Anexo A.

3.4 Desarrollo del aplicativo web

Para el desarrollo se utilizó el framework de Flask para la comunicación de las vistas con el modelo de emociones esto realiza debido el funcionamiento de los protocolos HTTP, se realizó un diagrama de flujo cuando detecta el rostro y predice la emoción (ver figura 8). ya establecida la conexión de las vistas con el modelo el usuario puede interactuar el cualquiera de la paginas que se realizaron para poder ver el funcionamiento en un tiempo real y los resultados que se obtienen.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

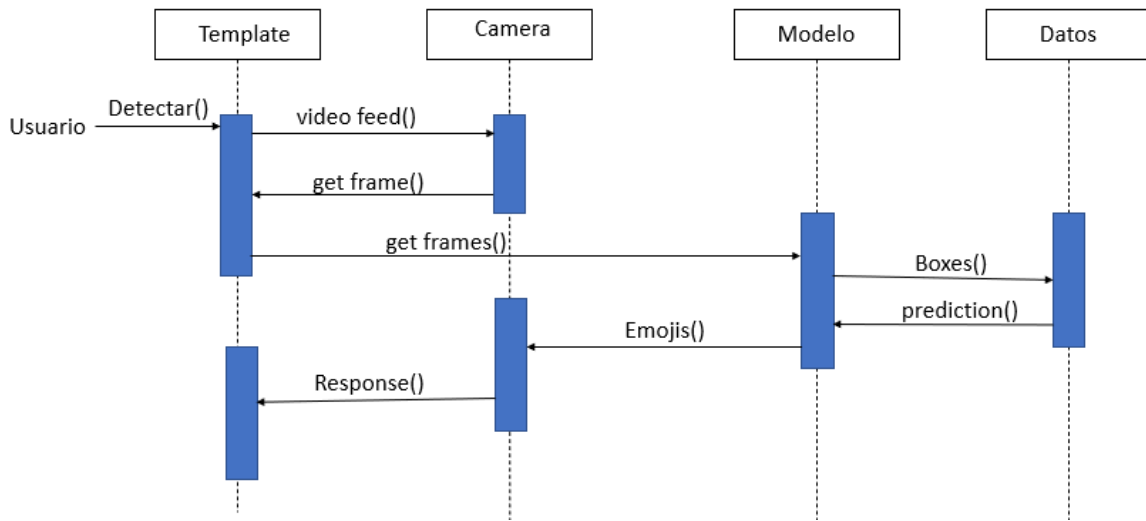


Figura 8 Diagrama de flujo (Piedrahíta et al, 2021).

3.5 Sistema de recomendación

Para poder dar la recomendación, una vez que ya se identifica la emoción. Se tuvo en cuenta las veces que el módulo de reconocimiento automático de emociones detectó la emoción de felicidad en el estudiante, en cada uno de los cuatro tipos de recursos y toma el mayor número de frames para así poder recomendarle recursos educativos según el tipo de recurso que mejor se adapta a él.

3.6 Validación del aplicativo web

Una vez ya el programa estuvo funcionando correctamente y recomendando, teniendo en cuenta las emociones, se realizó una encuesta a las personas que se participaron en la prueba funcional las cuales fueron:

1. ¿El manejo de la página fue sencillo?
2. ¿Recomendaría este sistema de recomendación a otros estudiantes?

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

3. ¿Le gustaría tener este tipo de sistemas de recomendación para tu proceso de aprendizaje?
4. ¿Considera que lo recomendado se adapta a tus preferencias?
5. ¿Considera que este tipo de herramientas ayudan a mejor el aprendizaje?
6. ¿Cuál fue su nivel de satisfacción con la aplicación y lo visto en ella?

Estas preguntas se realizaron con el fin de saber que tan satisfechos estaban con el diseño de la página web y el manejo para aspectos a mejorar en su diseño y conformabilidad al navegar en ella, también para saber si lo que se recomendó era lo que esperaban y saber si estarían de acuerdo en tener este tipo de sistema en su ambiente educativo.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presenta la aplicación desarrollada y los resultados obtenidos en la validación.

4.1 Página de inicio

Al ejecutar el proyecto en el Visual Studio Code, en el buscador lo primero que se muestra es la pestaña principal que es index.html esta se carga con las imágenes, los estilos css, al momento de ejecutar el proyecto, que está conformada por dos secciones la primera sección es el inicio donde se presenta el nombre del proyecto que se está realizando (ver figura 9), y en la segunda sección se muestran los cuatro módulos de aprendizaje en botones para ir a cada uno de ellos como se ve en la figura 10. Cada módulo hace referencia a los temas seleccionados (álgebra lineal, Inteligencia Artificial, Python y Redes Neuronales).



Figura 9 Inicio. Fuente propia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 10 Módulos de Aprendizaje. Fuente Propia.

4.2 Adquisición de la preferencia del tipo de recurso

El estudiante selecciona de los 4 temas disponibles, cuál de ellos quiere aprender. En cada uno de los temas el estudiante deberá seleccionar los tipos de recurso educativo, escucha, lectura, actividad prácticas y vídeos, para que el módulo de reconocimiento automático de emociones pueda calcular cual tipo de recurso genera mayor emoción positiva, es decir la emoción de felicidad.

4.2.1 Módulo de Algebra Lineal

Se presenta el módulo de algebra lineal que presenta la sección de bienvenida (ver figura 11).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 11 Bienvenida al módulo. Fuente Propia.

Después se mostrará otra sección donde ven cuatro botones que muestran cuatro estilos de aprendizaje que son de escucha, la lectura, actividades prácticas y videos que tendrá que seleccionar para poder darle una recomendación como se observa en la figura 12.



Figura 12 Etilos de aprendizaje de algebra lineal. Fuente Propia.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Una vez que el usuario entra a uno de los cuatro tipos de recurso el sistema enciende la cámara del computador y detecta la emoción que se está presentando para así poder capturar en número de frames de felicidad como se ve en la figura 13.

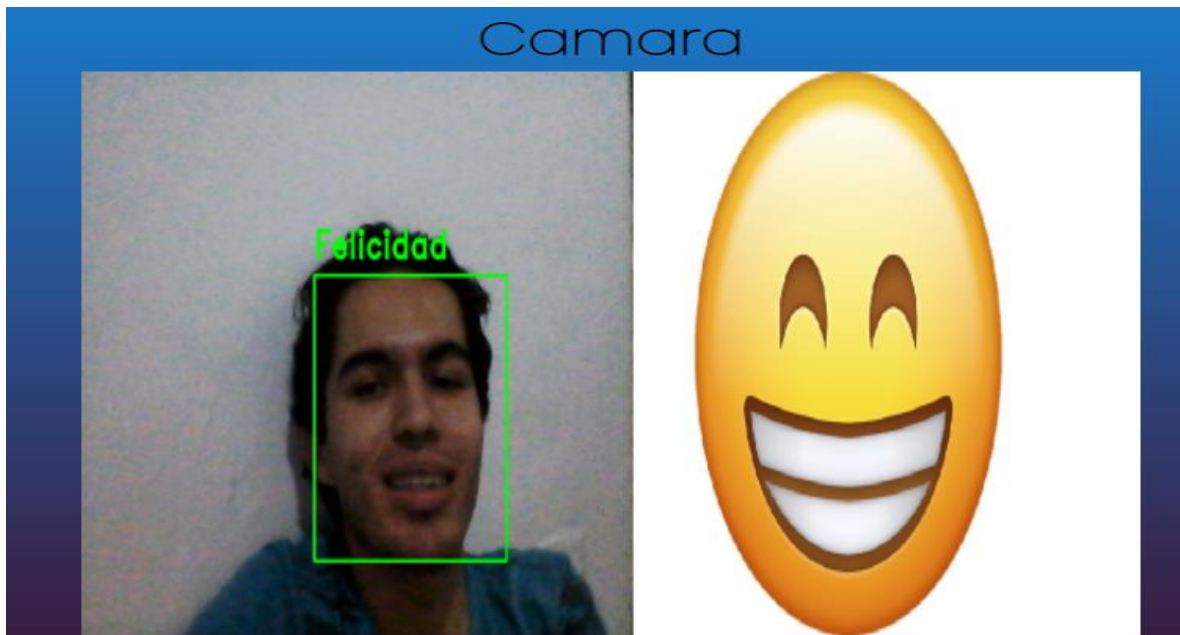


Figura 13 Cámara. Fuente propia

Si selecciona el tipo de recurso por escucha se reproducirá un audio el cual se empezará a reproducir al momento de ingresar y se empezara a capturar el número de frames de felicidad que se obtuvieron. Luego selecciona la lectura le mostrara un documento sobre el tema de estudio, después seguirán el tipo de recurso de actividades prácticas donde mostrará una actividad que se podrá realizar de forma sencilla y por último al seleccionar el aprendizaje por videos se muestra un video. Una vez que termina los cuatro tipos de recurso se obtienen los frames por felicidad y se compara cual fue el número de frames de felicidad de los estilos de aprendizaje para así poder dar una recomendación.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Si en caso de que el número de frames por escucha sea mayor, el sistema le recomendará más audios del tema de algebra lineal como se ve en la figura 14.

Audios



0:00 / 13:23

- [Cambio de Bases Esencia del álgebra lineal capítulo 09.mp3](#)
- [El determinante Esencia del álgebra lineal capítulo 5.mp3](#)
- [Fundamentos del Álgebra Lineal Esencia del álgebra lineal.mp3](#)
- [Matriz inversa rango y rango nulo Esencia del álgebra lineal capítulo 6a.mp3](#)
- [Multiplicación matricial como composición Esencia del álgebra lineal.mp3](#)
- [Producto vectorial bajo la luz de las transformaciones lineales Álgebra lineal.mp3](#)
- [Transformaciones lineales y matrices Esencia del álgebra lineal capítulo 3.mp3](#)
- [Vectores qué son Esencia del álgebra lineal.mp3](#)
- [Álgebra Lineal Complemento ortogonal Ejercicio.mp3](#)

Figura 14 Recomendación de audios. Fuente propia

Por otra parte, si el número de frames de felicidad por mayor, el sistema le recomendará documento de lectura del tema de algebra lineal como se ve en la figura 15.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 15 Recomendación de lectura. Fuente propia

Por otro lado, si al comparar el número de frames se obtiene que el mayor es por actividades prácticas, se le recomendará más de este mismo tipo y del mismo tema como se puede ver en la figura 16

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

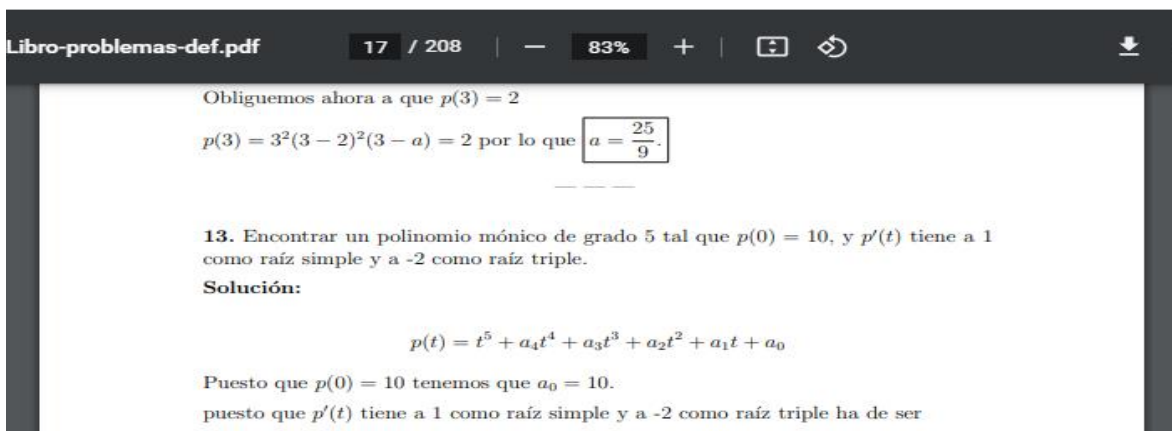


Figura 16 Recomendación de lectura. Fuente propia

Y por el último si al comparar el número de los frames de felicidad totales obtenidos de escucha, lectura y actividades prácticas, si ninguno es mayor al obtenido con el aprendizaje de videos se le recomendaran más videos como se ve en la figura 17.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Videos de algebra Lineal



Figura 17 Recomendación de videos. Fuente propia

4.2.2 Módulo de Inteligencia Artificial

Se presenta el módulo de bienvenida a Inteligencia Artificial como se puede ver en la figura 18)

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 18 Bienvenida al módulo. Fuente Propia.

Después se mostrará otra sección donde ven cuatro botones que muestran los cuatro tipos de recurso que tendrá que seleccionar para poder darle una recomendación como se observa en la figura 19.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 19 Estilos de aprendizaje de inteligencia artificial. Fuente Propia.

Si selecciona el tipo de recurso por escucha se reproducirá un audio el cual se empezará a reproducir al momento de ingresar y se empezará a capturar el número de frames de felicidad que se obtuvieron, Luego selecciona la lectura le mostrará un documento sobre el tema de estudio, después seguirá al tipo de recurso de actividades prácticas donde mostrará una actividad que se podrá realizar de forma sencilla y por último al seleccionar el por videos se muestra un video. Una vez que termina los cuatro tipos de recurso se obtienen los frames por felicidad y se compara cual fue el número de frames de felicidad de los tipos de recurso para así poder dar una recomendación.

Si en caso de que el número de frames por escucha sea mayor, el sistema le recomendará más audios del tema de estudio como se ve en la figura 20.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Escucha



▶ 0:00 / 12:38 ◀ 🔊 ⋮

- [DIFERENCIA ENTRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL MACHINE LEARNING DEEP LEARNING.mp3](#)
- [DIFERENCIAS ENTRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL MACHINE LEARNING DEEP LEARNING.mp3](#)
- [Inteligencia artificial el futuro que viene.mp3](#)
- [INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LAS REDES SOCIALES Aprende más sobre Inteligencia Artificial.mp3](#)
- [Las máquinas pueden pensar Inteligencia Artificial.mp3](#)
- [Qué es Inteligencia artificial y cómo funciona.mp3](#)
- [Qué es la inteligencia artificial.mp3](#)
- [ROLES DEL CIENTÍFICO DE DATOS Trabajar en Inteligencia Artificial.mp3](#)



Figura 20 Recomendaciones de escucha. Fuente propia.

Por otra parte, si el número de frames de felicidad por mayor, el sistema le recomendará documento de lectura del tema como se ve en la figura 21.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

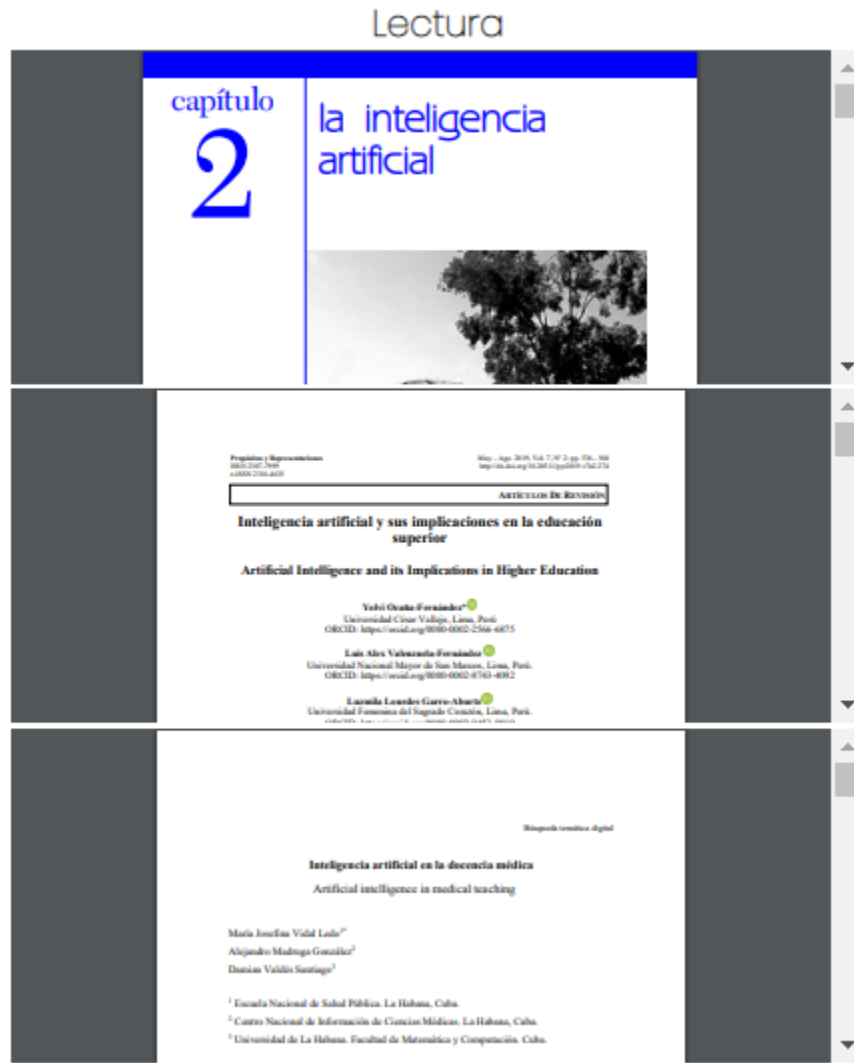


Figura 21 Recomendaciones de lectura. Fuente propia.

Por otro lado, si al comparar el número de frames se obtiene que el mayor es por actividades prácticas, se le recomendará más de este mismo estilo y del mismo tema como se puede ver en la figura 22

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 22 Recomendaciones de lectura. Fuente propia.

Y por el ultimo si al comparar el número de los frames de felicidad totales obtenidos de los tipos de recurso de escucha, lectura y actividades prácticas, si ninguno es mayor al obtenido con el aprendizaje de videos se le recomendaran más videos como se ve en la figura 23.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Videos del tema de Inteligencia Artificial



Figura 23 Recomendaciones de video. Fuente propia.

4.2.3 Modulo de Python

Se presenta el módulo de bienvenida a Inteligencia Artificial como se puede ver en la figura 24)



Figura 24 Bienvenida al módulo. Fuente Propia.

Después se mostrará otra sección donde ven cuatro botones que muestran los cuatro tipos de recurso que tendrá que seleccionar para poder darle una recomendación como se observa en la figura 25.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



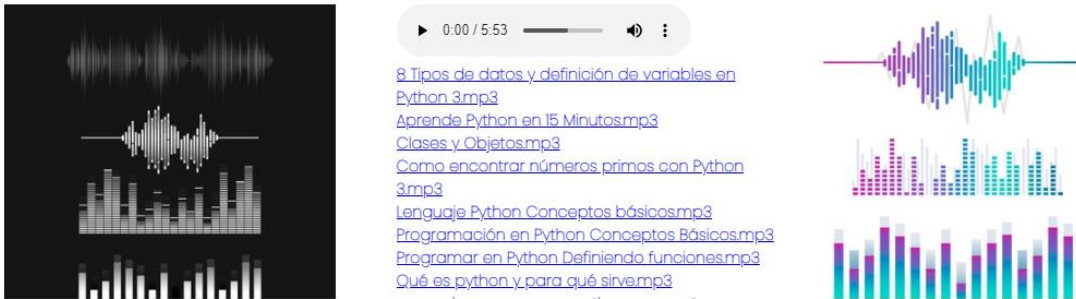
Figura 25 Modelos de aprendizaje de Python. Fuente Propia.

Si selecciona el tipo de recurso por escucha se reproducirá un audio el cual se empezará a reproducir al momento de ingresar y se empezará a capturar el número de frames de felicidad que se obtuvieron. Luego selecciona la lectura le mostrará un documento sobre el tema de estudio, después seguirá al tipo de recurso de actividades practicas donde mostrará una actividad que se podrá realizar de forma sencilla y por último al seleccionar videos se muestra un video. Una vez que termina los cuatro tipos de recurso se obtienen los frames por felicidad y se compara cual fue el número de frames de felicidad de los tipos de recurso para así poder dar una recomendación.

Si en caso de que el número de frames por escucha sea mayor, el sistema le recomendará más audios del tema de estudio como se ve en la figura 27.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Audios

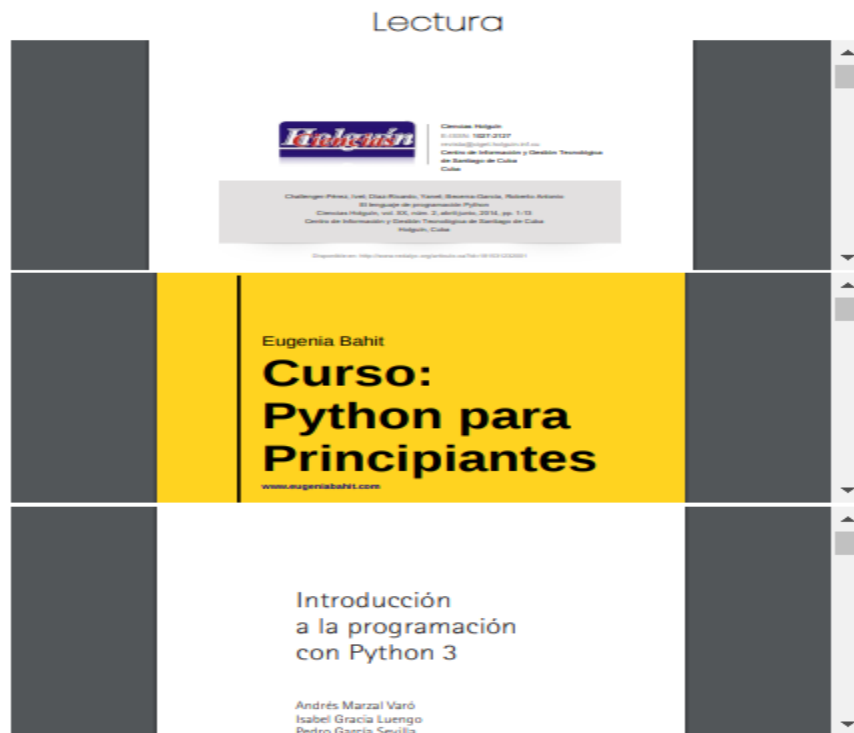


0:00 / 5:53

- [8 Tipos de datos y definición de variables en Python 3.mp3](#)
- [Aprende Python en 15 Minutos.mp3](#)
- [Clases y Objetos.mp3](#)
- [Como encontrar números primos con Python 3.mp3](#)
- [Lenguaje Python Conceptos básicos.mp3](#)
- [Programación en Python Conceptos Básicos.mp3](#)
- [Programar en Python Definiendo funciones.mp3](#)
- [Qué es python y para qué sirve.mp3](#)

Figura 26 Recomendación de audios. Fuente propia.

Por otra parte, si el número de frames de felicidad por mayor, el sistema le recomendará documento de lectura del tema de como se ve en la figura 28.



Lectura

Eugenía

Caracas, 1927-2027
 Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
 de Venezuela S.A.
 Caracas

Challenge/Plan: José, César Olivares, Yanell, Mauricio García, Roberto Arantes
 El lenguaje de programación Python
 Caracas/Venezuela, 2014. 400 p. ISBN 978-954-00-0000-0
 Centro de Información y Gestión Tecnológica de Caracas
 Venezuela, Cuba

Eugenia Bahit

**Curso:
Python para
Principiantes**

www.eugeniabahit.com

Introducción
a la programación
con Python 3

Andrés Marzál Varó
Isabel Gracia Luengo
Pedro García Sevilla

Figura 27 Recomendaciones de lectura. Fuente propia.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Por otro lado, si al comparar el número de frames se obtiene que el mayor es por actividades prácticas, se le recomendará más de este mismo tipo y del mismo tema como se puede ver en la figura 29

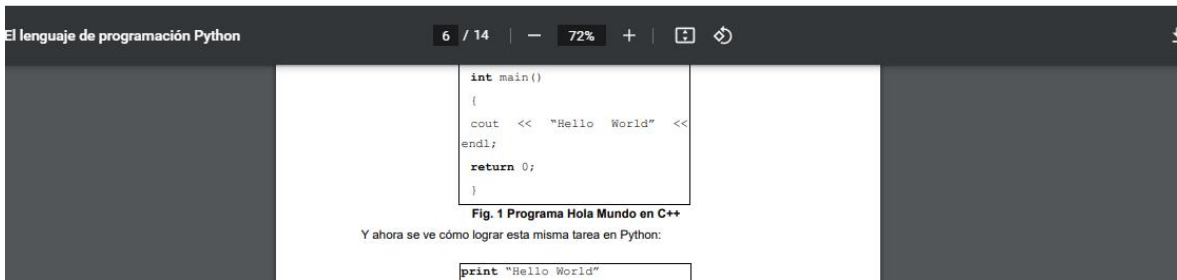


Figura 28 Recomendaciones de actividades prácticas. Fuente propia.

Y por el último si al comparar el número de los frames de felicidad totales obtenidos de los tipos de recurso de escucha, lectura y actividades prácticas, si ninguno es mayor al obtenido con el tipo de videos se le recomendaran más videos como se ve en la figura 30.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Videos del tema de Python

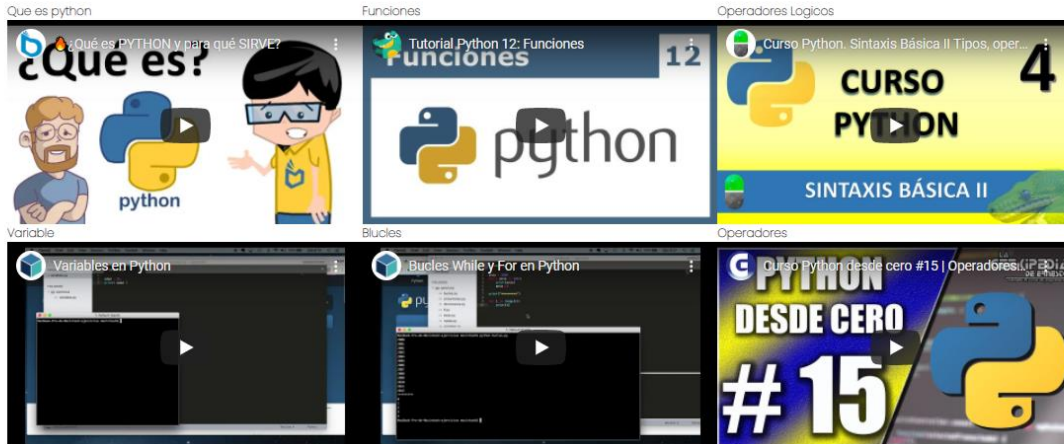


Figura 29 Recomendaciones de videos. Fuente propia.

4.2.4 Modulo de Redes Neuronales

Se presenta el módulo de bienvenida a las redes neuronales como se puede ver en la figura 30.



Figura 30 Bienvenida al módulo. Fuente propia.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 31 Estilos de aprendizaje de redes neuronales. Fuente propia.

Si selecciona el tipo de recurso por escucha se reproducirá un audio el cual se empezará a reproducir al momento de ingresar y se empezará a capturar el número de frames de felicidad que se obtuvieron. Luego selecciona la lectura le mostrará un documento sobre el tema de estudio, después seguirá al tipo de recurso de actividades prácticas donde mostrará una actividad que se podrá realizar de forma sencilla y por último al seleccionar el aprendizaje por videos se muestra un video. Una vez que termina los cuatro tipos de recurso se obtienen los frames por felicidad y se compara cual fue el número de frames de felicidad de los tipos de recurso para así poder dar una recomendación.

Si en caso de que el número de frames por escucha sea mayor, el sistema le recomendará más audios del tema de estudio como se ve en la figura 32.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Audios

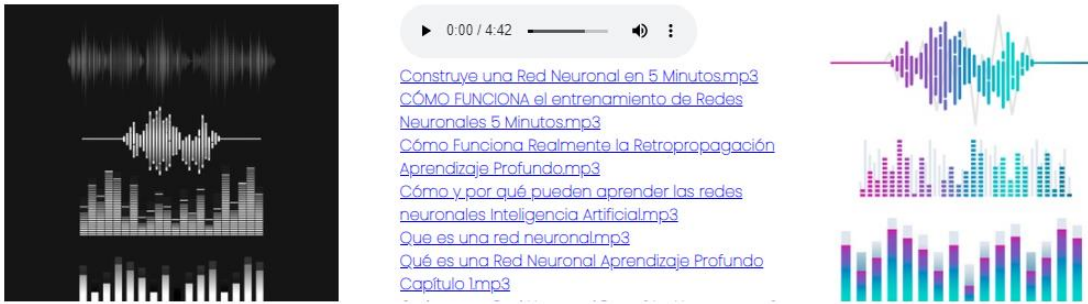


Figura 32 Recomendaciones de audio. Fuente propia.

Por otra parte, si el número de frames de felicidad por mayor, el sistema le recomendará documento de lectura del tema como se ve en la figura 33.



Figura 33 Recomendaciones de lectura. Fuente propia

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Por otro lado, si al comparar el número de frames se obtiene que el mayor es por actividades prácticas, se le recomendará más de este mismo estilo y del mismo tema como se puede ver en la figura 34.

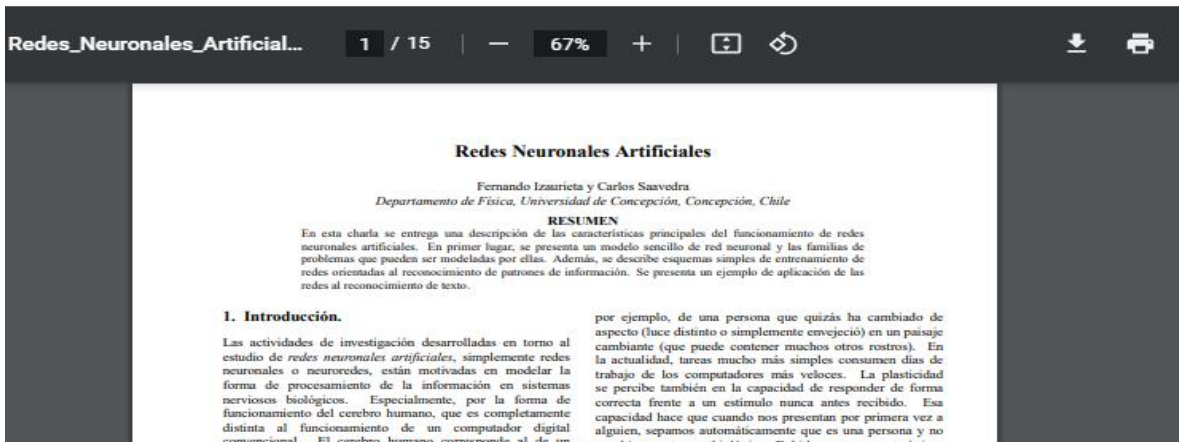


Figura 34 Recomendaciones de actividades prácticas. Fuente propia.

Y por el último si al comparar el número de los frames de felicidad totales obtenidos de los tipos de recurso de escucha, lectura y actividades prácticas, si ninguno es mayor al obtenido con el tipo de videos se le recomendarán más videos como se ve en la figura 35.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Videos del tema de Redes Neuronales

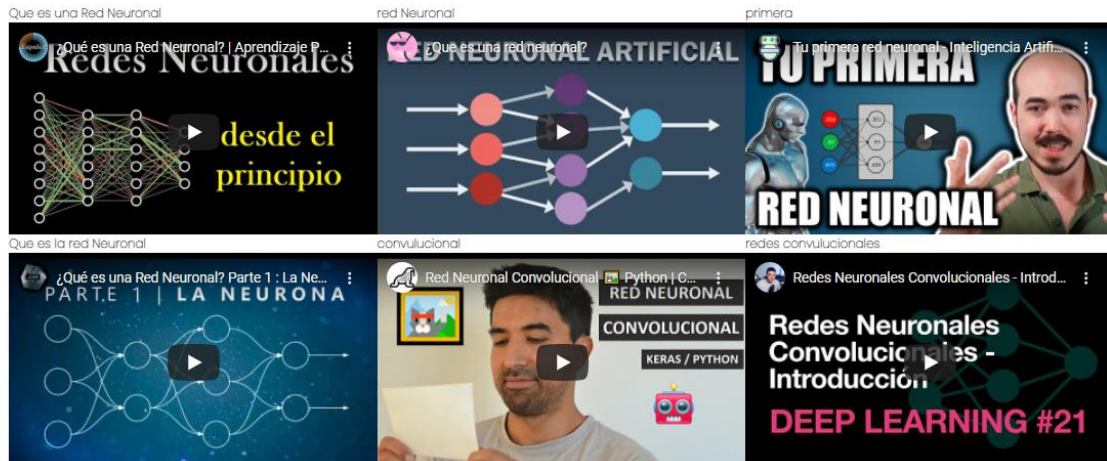


Figura 35 Recomendaciones de videos. Fuente propia.

4.3 Pruebas funcionales de la aplicación

Al terminar y analizar la visualización para cada las una de las páginas web, según los temas seleccionados y los tipos de recursos educativos para cada uno de ellos, se encontró que en el tipo de recuso de escucha no se presentó ningún problema para la reproducción de todos los audios que se cargaron. En el segundo tipo de recuso, lectura, se vio que algunos documentos escogidos tardaban en cargar a la vista, esto se presenta debido al número de páginas de los documentos, se evidenció también, que un documento con pocas páginas cargaba mucho más rápido al ingresar a la página web donde se presentaban. En el tercer tipo de recurso de actividades prácticas no presentó problemas al cargar la información y en el último tipo de recurso de vídeos, tampoco se vio ningún problema con los videos presentados.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

El modelo para la detección de la emoción funciona de forma correcta con la cámara donde es capaz de reconocer la emoción y que se ve representada al lado por un emoji, el modelo también reconoció los rostros diferentes de personas que no estaban en la base de datos del modelo de emociones, pero se tuvo una dificultad al reconocer las emociones esto fue debido a la baja iluminación.

4.4 Validación con usuarios reales

Para la validación del aplicativo propuesto, se les pidió a estudiantes de la facultad de ingenierías del ITM que ingresaran al aplicativo y lo utilizaran, entrando al tema que más les llamara la atención y vieran un recurso de cada tipo (audio, video, lectura, ejercicio práctico), al visualizar cada tipo de recurso la cámara y el módulo de reconocimiento automático de emociones se activan y se realiza el conteo de cuantas veces le generó felicidad el tipo de recurso que estaba consumiendo el estudiante. Al finalizar, el sistema de recomendación compara cual tipo de recurso educativo generó más emociones de felicidad (calculado por el número de frames de felicidad) y según eso entrega un listado de materiales para estudiar el tema seleccionado.

Después de su interacción se les presentó a los estudiantes que participaron del estudio, un cuestionario con 6 preguntas, el resultado de cada una de ellas se presenta a continuación.

4.4.1 Primera pregunta

La primera pregunta se refiere al manejo del sistema, ¿El manejo de la página fue sencillo? (ver figura 36).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

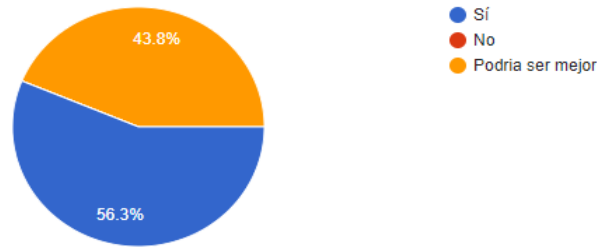


Figura 36 Grafico de la primera pregunta. Fuente propia.

Como resultado de la respuesta se obtuvo que el 56.3% que implica que 9 de las 16 personas que votaron dijeron que el manejo de la página fue sencillo y dejando a al 43.8% que implica que 7 personas que el manejo de la página tendría que mejorar. Dejando esto que el diseño de la página podría mejorar para que a algunos usuarios le sea más fácil navegar.

4.4.2 Segunda Pregunta

¿Recomendaría este sistema a otros estudiantes?, se observa que el 68.8% que implica a las 11 de las 16 personas respondieron que si recomendaran esta aplicación para demás estudiantes y que el 31.5% que implica, que 5 personas respondiendo que tal vez lo recomienden (ver Figura 37). Es de aclarar que ninguna persona dijo que no lo recomendaría.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

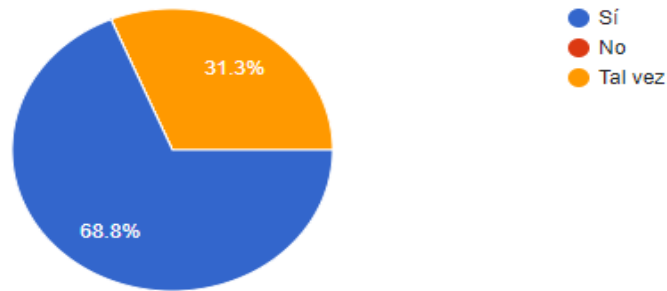


Figura 37 Grafico de la segunda pregunta. Fuente propia

4.4.3 Tercera pregunta

En la tercera pregunta hace referencia al gusto por tener este tipo de aplicaciones en los procesos de aprendizaje, se observa que el 100% de las personas votaron Si, queriendo tener este sistema de recomendación en su proceso de aprendizaje (ver Figura 38).

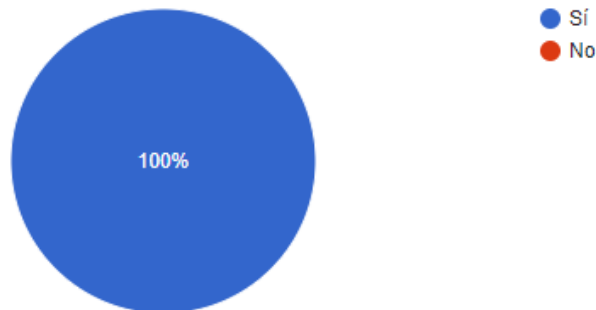


Figura 38 Grafico de la tercera pregunta. Fuente propia.

Dejando como claro que a todos les gustaría tener los sistemas de recomendación para sus procesos de aprendizaje.

4.4.4 Cuarta pregunta

En la Cuarta pregunta se hace referencia a las preferencias de tipos de recursos, ¿Considera que lo recomendado se adapta a tus preferencias?, y se observa que el 75%

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

respondieron que lo recomendado si se adaptó a sus preferencias de tipos de recursos y que el 25% no se adaptó a su preferencia de tipo de recurso educativo (ver Figura 39).

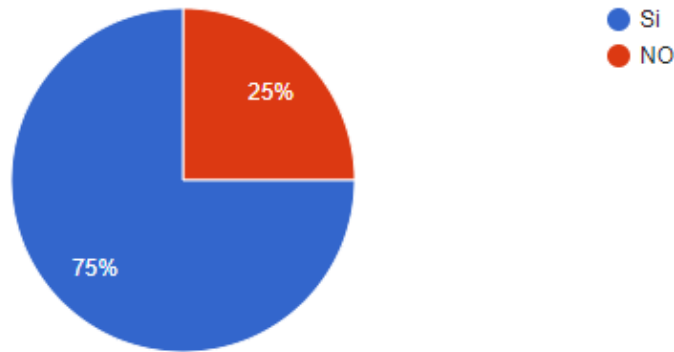


Figura 39 Grafico de la cuarta pregunta. Fuente propia.

Teniendo en cuenta los resultados se ve algunas recomendaciones no se adaptaron a las preferencias y por esto mejorar el sistema de recomendación para que sea capaz de hacer unas recomendaciones más precisas. También puede ser que la iluminación o las condiciones donde se activó la cámara no fueran las adecuadas y no se obtuvo la emoción de forma acertada.

4.4.5 Quinta pregunta

Para la pregunta ¿Considera que este tipo de herramientas ayudan a mejorar el aprendizaje? el 68.8% respondieron que consideran con los sistemas de recomendación basado en las emociones mejorarían su aprendizaje y que el 31.5% respondiendo que tal vez si mejoraría su aprendizaje (ver Figura 40).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

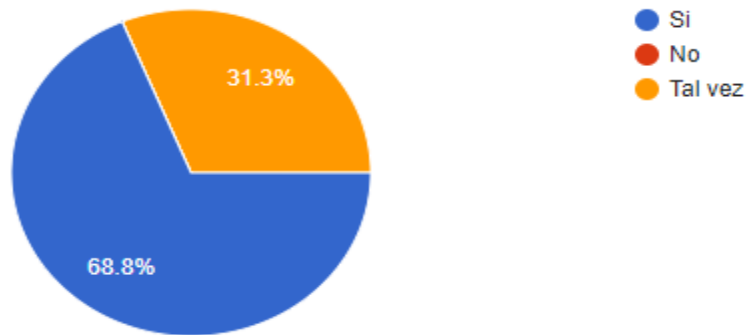


Figura 40 Grafico de la quinta pregunta. Fuente propia

4.4.6. Sexta pregunta

En la Sexta pregunta se quiere saber el nivel de satisfacción con la aplicación y lo encontrado en ella, se observa que el 31.1% respondieron que estuvieron satisfechos, el 43.8% estuvieron muy satisfechos y el 25% estuvieron totalmente satisfechos con el diseño de la página web y lo visto en ella (ver Figura 41).

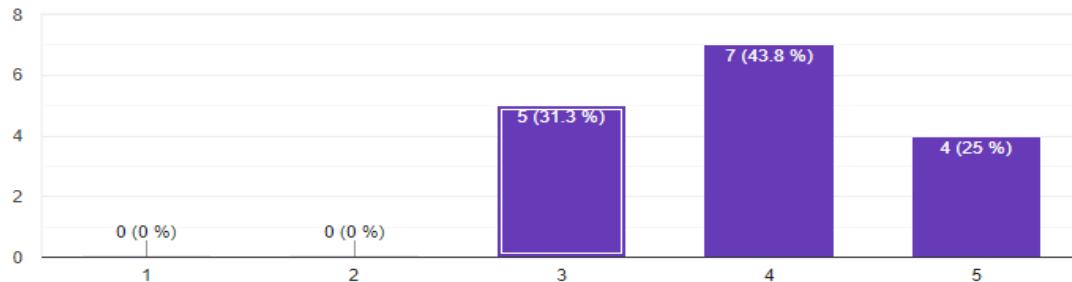


Figura 41 Grafico de la sexta pregunta. Fuente propia.

Con los resultados de la respuesta se debe mejorar el diseño de la página web para que sea más atrayente y conseguir más recursos educativos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1 Conclusiones

En este trabajo se desarrolló un módulo de recomendaciones que implementa una técnica de recomendación basada en conocimiento, la cual se caracteriza por relacionar la información de los ítems, en este caso recursos educativos, con el perfil del usuario. De los recursos educativos solo nos enfocamos en el tipo de recurso, los cuales pueden ser: escucha, lectura, actividades prácticas y vídeos. Para capturar la información del estudiante, su preferencia en tipo de recurso, se utiliza el módulo de detección automática de emociones y se le pide al estudiante revisar un recurso educativo por cada uno de los tipos, en este proceso, el sistema hará un conteo de frames etiquetados como felicidad para cada uno de los recursos. Y finalmente el sistema de recomendación entrega recursos educativos del tipo que haya obtenido el mayor conteo.

En este trabajo de grado se identificaron los componentes de los sistemas de recomendación que se utilizaron, así como la selección de la técnica de recomendación basada en conocimiento, donde se entregan materiales de acuerdo con el tipo de recurso que generó felicidad en el pasado. Se implementó el módulo en lenguaje de programación Python y se desarrolló un aplicativo web utilizando el framework Flask. El módulo propuesto en este trabajo de grado se integró con el módulo de reconocimiento automático de emociones del grupo MIRP, ampliando sus aplicaciones al sistema de recomendación educativo. Finalmente, se realizaron pruebas con estudiantes de la facultad de ingeniería del ITM,

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

encontrando que a los estudiantes les gusta este tipo de sistemas y en la mayoría de los casos si se entregaban recomendaciones según su preferencia.

Una de las limitaciones que tuvo la implementación de este módulo fue el hardware en el cual se estaba ejecutando no era capaz de soportar la velocidad de procesamiento y reiniciaba el sistema operativo. También hubo dificultad para identificar la emoción de felicidad, esto debido a la calidad de la cámara en que se hacía la captura. La otra dificultad que se tuvo fue el paro nacional del año 2021 en el cual el ITM participó y detenía todas las actividades académicas.

5.2 Recomendaciones

Mejorar los recursos del hardware para que se pueda procesar los datos con una mayor rapidez y mejorar la calidad de la cámara y de las imágenes en la base de datos ya que esto es de gran importancia para que el sistema reconozca más claro las emociones.

Aumentar la base de datos de recursos educativos disponibles.

Tener en cuenta las otras emociones que el sistema detecta para saber si que tan disgustado estuvo con alguno de los tipos de recursos entregados, para tenerlo más en cuenta.

5.3 Trabajo a futuro

Se propone mejorar el sistema de la detección del rostro para que pueda reconocer al estudiante cuando ingrese nuevamente a la página web, le dé una bienvenida y le recomiende nueva información disponible.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

También se propone buscar más material de estudio como documentos, videos, audios y nuevos temas de estudio para tener más variedad y el estudiante puede acceder a más información y a la vez mejorar las recomendaciones al estudiante.

Se propone también poder crear una aplicación de escritorio para que las universidades y colegios tengan un más fácil acceso, mejore el aprendizaje de sus estudiantes y pueda tener una base de datos de los estudiantes para así tener un seguimiento de los que han estudiado, el tiempo de estudio y si están cómodos con su aprendizaje o si han sentido mal y saber que pasa para así mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

REFERENCIAS

Anguiano Batanero, E. (2019). Aprendizaje por refuerzo y técnicas profundas aplicadas a un sistema de recomendación de venta al por menor. Universidad Autónoma de Madrid.

Amazon Web Services. (s.f). Datos sobre el reconocimiento facial mediante inteligencia artificial. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/rekognition/the-facts-on-facial-recognition-with-artificial-intelligence/>.

Blanco Mallo, E. (2019). Técnicas de deep learning para la caracterización de imágenes en sistemas de recomendación. Universidad de Coruña

Domínguez Pavón, S. (2017). Reconocimiento facial mediante el Análisis de Componentes Principales (PCA). Universidad de Sevilla.

fundacionctic. (2021). Sistemas de recomendación. Obtenido de <https://www.fundacionctic.org/es/actualidad/sistemas-de-recomendacion>.

R. Gimeno, (2010). Estudio de técnicas de reconocimiento facial. Información Tecnológica.

Li, C., Xu, C. and Feng, Z. “Analysis of physiological for emotion recognition with the IRS model,” Neurocomputing, vol. 178, pp. 103–111, 2016, doi: 10.1016/j.neucom.2015.07.112.

Londoño-Osorio, V., Marín-Pineda, J. and Arango-Zuluaga, E. I. “Introducción a la Visión Artificial mediante Prácticas de Laboratorio Diseñadas en Matlab,” TecnoLógicas, p. 591, 2013, doi: 10.22430/22565337.350.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

López Takeyas, B. (2017). INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo.

Pérez Sastre, D. (2018). DEEP LEARNING PARA SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN BASADO EN CONTENIDO. Universidad Politécnica de Madrid.

Pertejo Mangas, A. (2018). APRENDIZAJE ACTIVO EN SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN. Universidad Autónoma de Madrid.

Petteri Rouhiainen, L. (2018). Inteligencia Artificial-101 cosas que debes saber sobre nuestro futuro. Editorial Planeta, S.A.

Piedrahíta-Carvajal, A., Rodríguez-Marín, P. A., Terraza-Arciniegas, D. F., Amaya-Gómez, M., Duque-Muñoz, L., & Martínez-Vargas, J. D. (2021). Aplicación web para el análisis de emociones y atención de estudiantes. *TecnoLógicas*, 24(51), e1821-e1821.

Salesforce Latinoamérica (2 de julio del 2018). Deep Learning y Machine Learning: conoce las diferencias. Obtenido de <https://www.salesforce.com/mx/blog/2018/7/Machine-Learning-y-Deep-Learning-aprende-las-diferencias.html>.

K. C. Jena, S. Mishra, S. Sahoo and B. K. Mishra, "Principles, techniques and evaluation of recommendation systems," 2017 International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC), 2017.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ANEXOS

Anexo A. Librerías utilizadas en Python para el proyecto

Package	Version
click	7.1.2
Flask	1.1.2
imutils	0.5.4
Jinja2	2.11.3
json2json	0.1.0
keyboard	0.13.5
MarkupSafe	1.1.1
numpy	1.19.4
opencv-contrib-python	4.5.1.48
opencv-python	4.5.1.48
Pillow	8.1.0
requests	2.25.1
signal2	0.2
torch	1.8.1
Werkzeug	1.0.1

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Anexo B. Código de Learning.py y camera.py

Learning.py

```
import flask
from flask import Flask, render_template, Response, request, jsonify
from numpy.lib.arraysetops import in1d
from camera import Camera
import cv2
from Modelo_Emociones import Load_data_emociones
from Modelo_Emociones import Model_emociones
import os, json, signal
import msvcrt
import keyboard
songsA= ''
songsI= ''
songsP= ''
songsR= ''
ind1=0
```

```
framemoc=[[0,0,0,0]]
def gen_frames(camera):
    global ind1, framemoc
    while True:
        success, frame = camera.get_frame()
        if success==False: break
        frame2, dic = Model_emociones.bboxes(frame, image_dir, reco, facesCascade)
        ret, buffer = cv2.imencode('.jpg', frame2)
        frame2 = buffer.tobytes()
        yield (b'--frame\r\n' + b'Content-Type: image/jpeg\r\n\r\n' + frame2 + b'\r\n')

        if keyboard.is_pressed("q"):
            Model_emociones.Clean_conts()
            break

    var=dic['Felicidad']

    if(ind1==1): #audio
        if(var>framemoc[0]):
            framemoc[0]=var
    elif(ind1==2): #Lectura
        if(var>framemoc[1]):
            framemoc[1]=var
    elif(ind1==3): #Practico
        if(var>framemoc[2]):
            framemoc[2]=var
    elif(ind1==4): #Videos
        if(var>framemoc[3]):
            framemoc[3]=var
```

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

```

@app.route('/video_feed')
def video_feed():
    return Response(gen_frames(Camera()),
                    mimetype='multipart/x-mixed-replace; boundary=frame')

@app.route('/')
def index():
    return render_template('index.html')

```

```

#algebra lineal
@app.route('/AlegebraLineal')
def AlegebraLineal():
    global Pesta
    Pesta=1
    return render_template('AlgebraLineal.html')

@app.route('/AlgLiAudio')
def AlgLiAudio():
    global ind1, songsA
    ind1=1
    songsA = os.listdir('static/sonido/AlgebraLineal/')
    return flask.render_template('AlgLiAudio.html', songsA=songsA)

@app.route('/AlgLiLectura')
def AlgLiLectura():
    global ind1
    ind1=2
    return render_template('AlgLiLectura.html')

@app.route('/AlgLiPractico')
def AlgLiPractico():
    global ind1
    ind1=3
    return render_template('AlgLiPractico.html')

@app.route('/AlgLiVideos')
def AlgLiVideos():
    global ind1
    ind1=4
    return render_template('AlgLiVideos.html')

```

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

```

#Inteligencia Artificial
@app.route('/InteligenciaArtificial')
def InteligenciaArtificial():
    global Pesta
    Pesta=2
    return render_template('InteligenciaArtificial.html')

@app.route('/IntArtAudio')
def IntArtAudio():
    global ind1,songsI
    ind1=1
    songsI = os.listdir('static/sonido/InteligenciaArtificial/')
    return render_template('IntArtAudio.html', songsI=songsI)

@app.route('/IntArtLectura')
def IntArtLectura():
    global ind1
    ind1=2
    return render_template('IntArtLectura.html')

@app.route('/IntArtPractico')
def IntArtPractico():
    global ind1
    ind1=3
    return render_template('IntArtPractico.html')

@app.route('/IntArtVideos')
def IntArtVideos():
    global ind1
    ind1=4
    return render_template('IntArtVideos.html')

```

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

```

#python
@app.route('/Python')
def Python():
    global Pesta
    Pesta=3
    return render_template('Python.html')

@app.route('/PytAudio')
def PytAudio():
    global ind1,songsP
    ind1=1
    songsP = os.listdir('static/sonido/Pytho/')
    return render_template('PytAudio.html', songsP=songsP)

@app.route('/PytLectura')
def PytLectura():
    global ind1
    ind1=2
    return render_template('PytLectura.html')

@app.route('/PytPractico')
def PytPractico():
    global ind1
    ind1=3
    return render_template('PytPractico.html')

@app.route('/PytVideos')
def PytVideos():
    global ind1
    ind1=4
    return render_template('PytVideos.html')

```

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

```
#redes nueronales
@app.route('/RedesNeuronales')
def RedesNeuronales():
    global Pesta
    Pesta=4
    return render_template('RedesNeuronales.html')

@app.route('/RedNeuAudio')
def RedNeuAudio():
    global ind1,songsR
    ind1=1
    songsR = os.listdir('static/sonido/RedesNeuronales/')
    return render_template('RedNeuAudio.html', songsR=songsR)

@app.route('/RedNeuLectura')
def RedNeuLectura():
    global ind1
    ind1=2
    return render_template('RedNeuLectura.html')

@app.route('/RedNeuPractico')
def RedNeuPractico():
    global ind1
    ind1=3
    return render_template('RedNeuPractico.html')

@app.route('/RedNeuVideos')
def RedNeuVideos():
    global ind1
    ind1=4
    return render_template('RedNeuVideos.html')

if __name__ == '__main__':
    app.run(host="localhost" ,debug=True)
```

```
@app.route('/recomendacion')
def recomendacion():
    if(Pesta==1): #Algebra Lineal
        if(framemoc[0]>framemoc[1] and framemoc[0]>framemoc[2] and framemoc[0]>framemoc[3]):
            return render_template('AlgLiAudio.html',songsA=songsA)
        elif(framemoc[1]>framemoc[0] and framemoc[1]>framemoc[2] and framemoc[0]>framemoc[3]):
            return render_template('AlgLiLectura.html')
        elif(framemoc[2]>framemoc[0] and framemoc[2]>framemoc[1] and framemoc[2]>framemoc[3]):
            return render_template('AlgLiPractico.html')
        elif(framemoc[3]>framemoc[0] and framemoc[3]>framemoc[2] and framemoc[3]>framemoc[1]):
            return render_template('AlgLiVideos.html')

    elif(Pesta==2): #Inteligencia Artificial
        if(framemoc[0]>framemoc[1] and framemoc[0]>framemoc[2] and framemoc[0]>framemoc[3]):
            return render_template('IntArtAudio.html',songsI=songsI)
        elif(framemoc[1]>framemoc[0] and framemoc[1]>framemoc[2] and framemoc[0]>framemoc[3]):
            return render_template('IntArtLectura.html')
        elif(framemoc[2]>framemoc[0] and framemoc[2]>framemoc[1] and framemoc[2]>framemoc[3]):
            return render_template('IntArtPractico.html')
        elif(framemoc[3]>framemoc[0] and framemoc[3]>framemoc[2] and framemoc[3]>framemoc[1]):
            return render_template('IntArtVideos.html')
```

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

```

elif(Pesta==3): #Python
    if(framemoc[0]>framemoc[1] and framemoc[0]>framemoc[2] and framemoc[0]>framemoc[3]):
        return render_template('PytAudio.html',songsP=songsP)
    elif(framemoc[1]>framemoc[0] and framemoc[1]>framemoc[2] and framemoc[0]>framemoc[3]):
        return render_template('PytLectura.html')
    elif(framemoc[2]>framemoc[0] and framemoc[2]>framemoc[1] and framemoc[2]>framemoc[3]):
        return render_template('PytPractico.html')
    elif(framemoc[3]>framemoc[0] and framemoc[3]>framemoc[2] and framemoc[3]>framemoc[1]):
        return render_template('PytVideos.html')

elif(Pesta==4): #RedesNeuronales
    if(framemoc[0]>framemoc[1] and framemoc[0]>framemoc[2] and framemoc[0]>framemoc[3]):
        return render_template('RedNeuAudio.html',songsR=songsR)
    elif(framemoc[1]>framemoc[0] and framemoc[1]>framemoc[2] and framemoc[0]>framemoc[3]):
        return render_template('RedNeuLectura.html')
    elif(framemoc[2]>framemoc[0] and framemoc[2]>framemoc[1] and framemoc[2]>framemoc[3]):
        return render_template('RedNeuPractico.html')
    elif(framemoc[3]>framemoc[0] and framemoc[3]>framemoc[2] and framemoc[3]>framemoc[1]):
        return render_template('RedNeuVideos.html')

```

Camera.py

```

import cv2
import imutils

class Camera(object):
    def __init__(self):
        self.video = cv2.VideoCapture(0)

    def __del__(self):
        self.video.release()

    def get_frame(self):
        success, frame = self.video.read()
        frame = imutils.resize(frame, width=400)
        return success, frame

    def get_frame2(self):
        success, frame = self.video.read()
        frame = imutils.resize(frame, width=640)
        return success, frame

```

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

FIRMA ESTUDIANTES Alexandro m G

FIRMA ASESORES Paula A. Rodriguez M.

Juan D. Martinez

FECHA ENTREGA: _____