

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE - SEDE SANTO DOMINGO

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA RECONOCIMIENTO DE LENGUA DE SEÑAS SIN MOVIMIENTO USANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL”



SoGo Sign

Autores:

Goyes Díaz, Anthony Goyes
Solórzano Montero, Bryan Alfredo

Director

Mgtr. Martínez Cepeda, Verónica Isabel

Santo Domingo, 11 de marzo del 2024



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción
2. Antecedentes
3. Justificación
4. Objetivos
5. Marco Teórico
6. Metodología
7. Caso de Estudio
8. Resultados Obtenidos
9. Trabajos Futuros
10. Conclusiones
11. Recomendaciones



INTRODUCCIÓN

En la actualidad

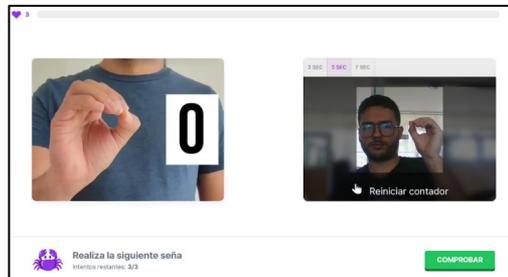
En Ecuador, las instituciones que **interactúan con personas con discapacidad auditiva** enfrentan diversos **desafíos tecnológicos y sociales**.

Barreras



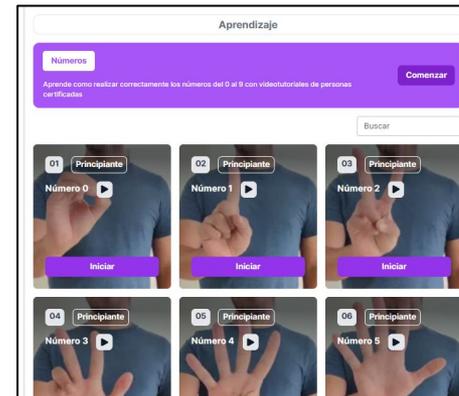
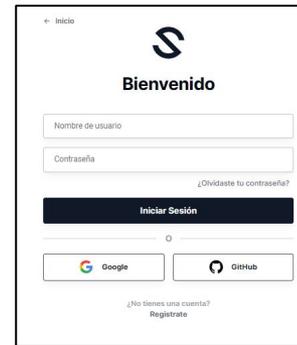
¿Qué se espera obtener?

Clasificación de la lengua de señas ecuatoriana con **retroalimentación inmediata**.



Solución

Aplicativo Web



Módulos interactivos que evalúen el contenido de **números del 0 al 9 y el abecedario**.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANTECEDENTES

492.969 habitantes



11.767 algún tipo de discapacidad

- Del al 2.38% de la población a nivel de provincia, el 10.48% tiene discapacidad auditiva.
- La aplicación móvil **ESPE-Chat**, impide la enseñanza interactiva.
- Se ha identificado **un estudiante con discapacidad auditiva**

Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades

TOTAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD REGISTRADAS EN EL REGISTRO NACIONAL DE DISCAPACIDAD

TOTAL: 1.233

PROVINCIA

SANTO DOMINGO ...

CANTÓN

SANTO DOMINGO

TIPO DE DISCAPACIDAD

AUDITIVA

GRADO DE DISCAPACIDAD

(Todo)

GÉNERO

(Todo)

PORCENTAJE

(Todo)

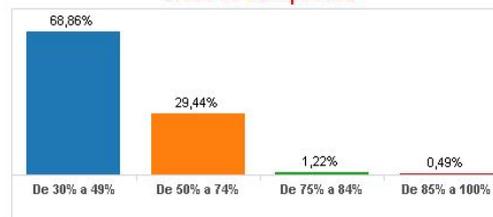
EDAD

(Todo)

Tipo de Discapacidad



Grado de Discapacidad



Género No. Registros

Femenino	567
Masculino	666

Grupos Etarios



Elaborado por: Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades-CONADIS

Fuente: Ministerio de Salud Pública

Fecha Elaboración: Septiembre 2023

Corte del Registro: Septiembre 2023

Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, 2023

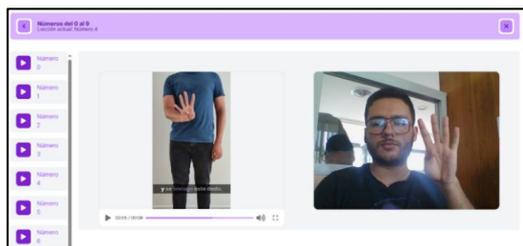


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

JUSTIFICACIÓN

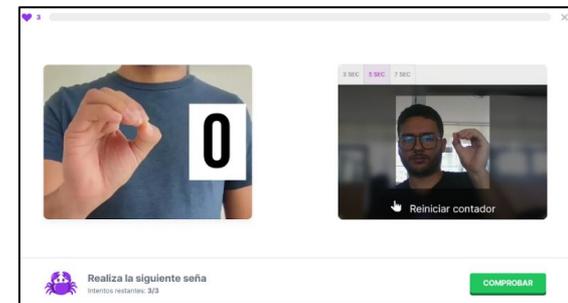
Inclusión

- Crear una **solución innovadora** para abordar los **problemas de inclusión**.
- **Motivar en el aprendizaje** de lengua de señas ecuatoriana.
- Promover una **conexión más profunda** entre individuos



Tecnología

- La **evolución tecnológica** ha impulsado el desarrollo de **tecnologías asistivas (TA)**.
- Aprovechar la **popularidad de la inteligencia artificial** y su **expansión en ámbitos específicos**



OBJETIVOS

Objetivo General:

Desarrollar una aplicación web para **reconocimiento de lengua de señas sin movimiento** usando **inteligencia artificial**.

Objetivos Específicos:

- Determinar la **metodología ágil** para el desarrollo.
- Determinar los **requerimientos funcionales y no funcionales** de la aplicación.
- Determinar la **arquitectura, tecnologías y herramientas** de desarrollo web.
- Realizar el **diseño, desarrollo, implementación y pruebas**.



ESTADO DEL ARTE - CASOS DE ESTUDIO

Somoseldes es el principal caso de estudio y usado como **referente**.

TABLA I
COMPARATIVA DE APLICACIONES RELACIONADAS

Características	Sign-Speak	Sign for Deaf	Spread The Sign	Somoseldes	SoGo Sign
Traducir de lenguaje de señas a texto	✓	✓	X	✓	✓
Aprender lenguaje de señas.	X	X	✓	✓	✓
Retroalimentar de manera inmediata.	X	✓	X	✓	✓
Clasificar usando LSE.	X	X	X	X	✓
Acceder a múltiples lenguas de señas.	✓	✓	✓	✓	X
Ser gratuita.	X	X	✓	X	✓
Ser fácil de usar.	✓	✓	✓	✓	✓



METODOLOGÍA - DESIGN THINKING

1 Empatizar

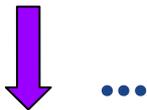
- Limitaciones en la aplicación móvil **ESPE-Chat**.
- A través de **Focus Groups**.

TABLA VI
REQUISITOS FUNCIONALES

ID	Requerimiento funcional	Descripción	Prioridad
RF 1	Registrar usuario	Crear una cuenta ingresando de forma manual los campos requeridos para el usuario o sincronizando una cuenta existente de Google o GitHub.	Alta
RF 2	Iniciar sesión	Utilizar campos requeridos, como el nombre de usuario y la contraseña, para iniciar sesión.	Alta
RF 3	Material de aprendizaje	Generar material audiovisual para aprender las lenguas de señas ecuatorianas sin movimiento.	Media
RF 4	Lecciones interactivas	Evaluar el conocimiento de las señas con inteligencia artificial para comprobar el resultado.	Alta
RF 5	Retos por dificultad	Implementar lecciones desafiantes con dinámicas clasificadas por dificultad.	Alta
RF 6	Tabla de clasificación	Realizar seguimiento de los puntos por usuario en relación con las lecciones y retos.	Media
RF 7	Personalización de perfil	Modificar la información del usuario.	Baja
RF 8	Restablecer contraseña	Modificar la contraseña cuando no está dentro de la plataforma.	Baja

4 Prototipar

- Propuestas en **prototipos tangibles y funcionales**



2 Definir

Definición del problema y solución

- Crear un **entorno académico inclusivo**.

Barreras



3 Idear



Aplicativo Web adaptativo con Inteligencia Artificial

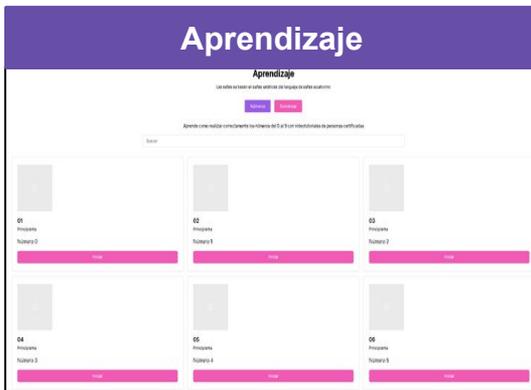
Módulo
Autenticación
Aprendizaje
Lecciones
Retos
Tabla de Clasificación
Perfil



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA - DESIGN THINKING

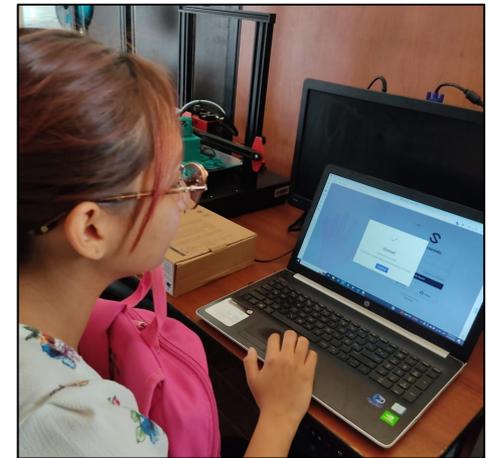
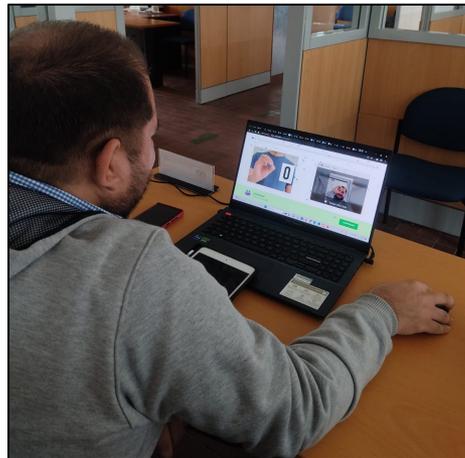
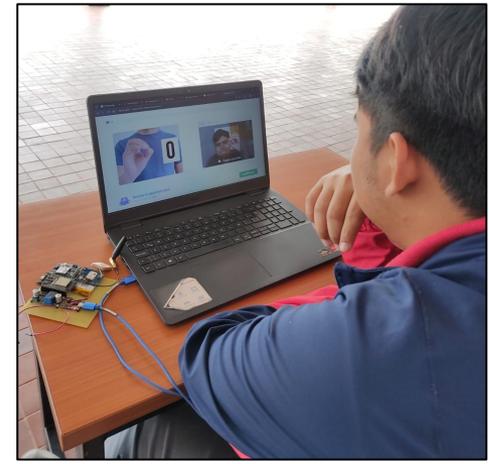
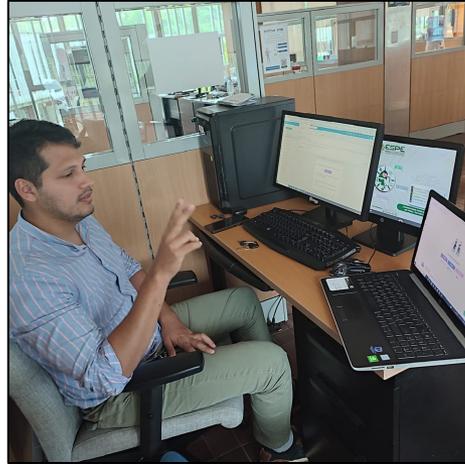
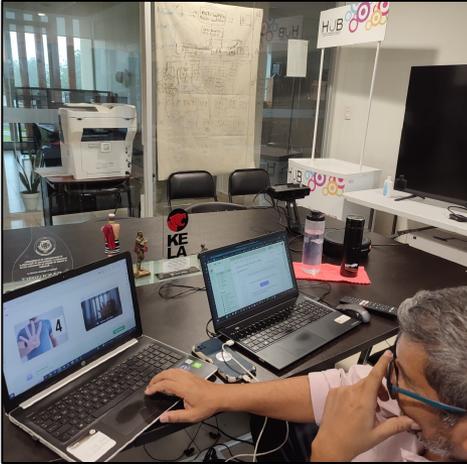
4 Prototipar



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA - DESIGN THINKING

5 Evaluar



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA - KANBAN

Roles y funciones del equipo de desarrollo

TABLA VIII
ROLES ASIGNADOS AL EQUIPO DE DESARROLLO

Rol	Responsable	Función
Propietario	Mgtr. Verónica Martínez	Asignar los requerimientos funcionales de la aplicación y asegurar su implementación.
Desarrollador	Anthony Mauricio Goyes Díaz Bryan Alfredo Solórzano Montero	Implementar las actividades generadas en el visor de tareas de Kanban para el frontend y backend
Analista de Calidad	Bryan Alfredo Solórzano Montero	Verificar que los procesos cumplan con estándares establecidos, detectando y corrigiendo problemas para mejorar la satisfacción del usuario.
Diseñador UX	Anthony Mauricio Goyes Díaz	Evaluar y asegurar que el producto se alinee con estándares de experiencia del usuario y mejorar la usabilidad y la satisfacción del usuario.

Tablero Kanban

The Kanban board is organized into four columns representing different stages of the development process:

- POR HACER 8:** Tasks include 'Registro de usuarios', 'Inicio de sesión', 'Material de aprendizaje', 'Lecciones interactivas', 'Levntamiento de Servidor SMTP', 'Desarrollar módulo de retos', and 'Interfaz para visualizar y editar información del usuario'.
- EN CURSO 4:** Tasks include 'Comparación de los modelos', 'Diseñar mockups de las interfaces a utilizar', 'Generar flujo de comunicación', and 'Aplicación web o landing'.
- LISTO 9:** Tasks include 'Selección de tecnologías', 'Levantamiento de requerimientos', 'Selección de tecnologías', 'Selección de metodología', 'Definir arquitectura de la aplicación', 'Recopilación de datos', 'Tratamiento de datos', and 'Creación y entrenamiento de modelos'.
- PRUEBAS 1:** Task is 'Pruebas de funcionalidad'.

Tareas visuales

The task list displays the following items:

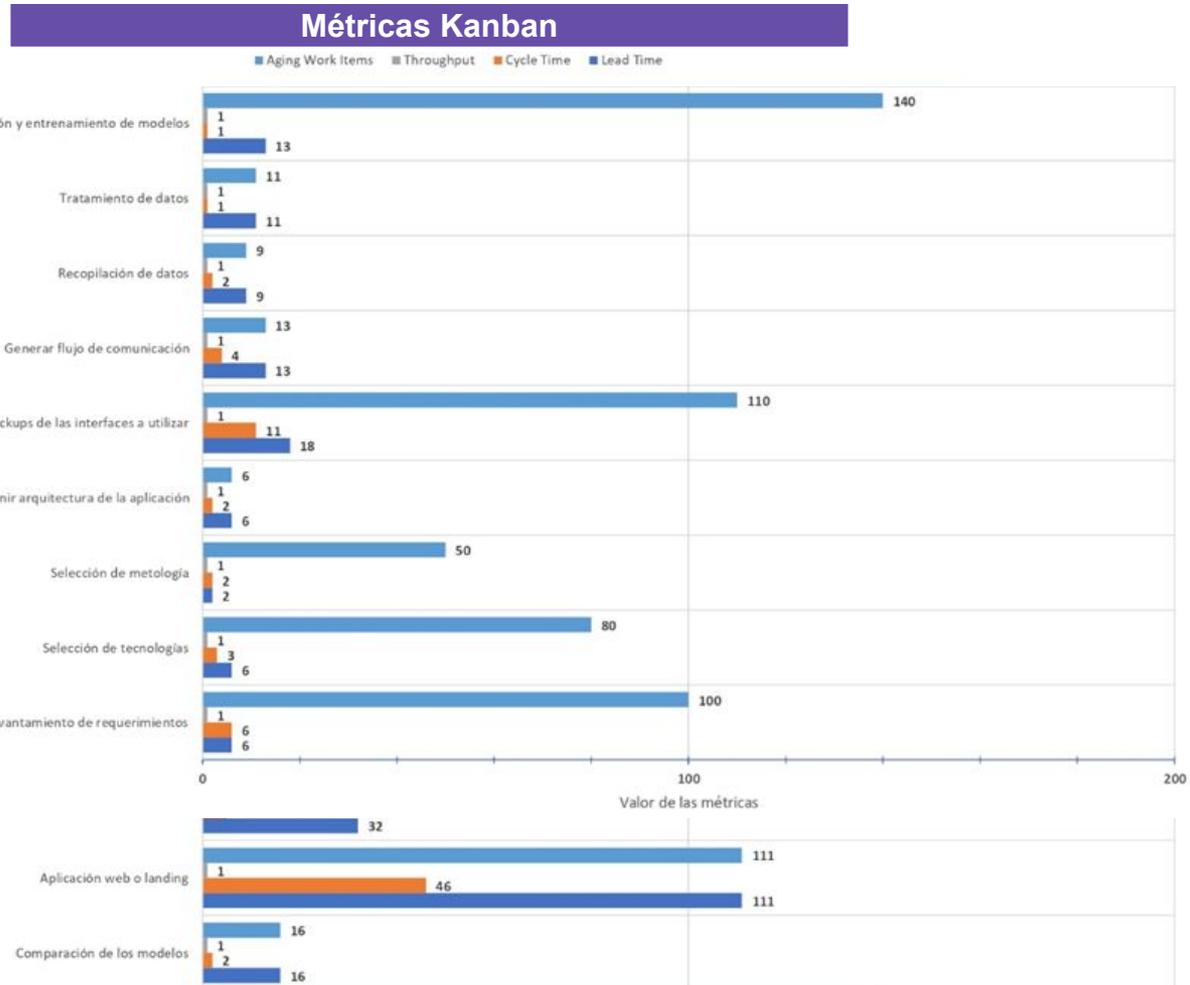
- SOGO-17 Pasos iniciales:** SOGO-25 Levantamiento de requerimientos, SOGO-18 Selección de metodología, SOGO-19 Selección de tecnologías, SOGO-26 Definir arquitectura de la aplicación.
- SOGO-9 Maquetación/Mockups:** SOGO-10 Diseñar mockups de las interfaces a utilizar, SOGO-11 Generar flujo de comunicación.
- SOGO-2 Creación del modelo clasificatorio:** SOGO-3 Recopilación de datos, SOGO-15 Tratamiento de datos, SOGO-4 Creación y entrenamiento de modelos, SOGO-5 Comparación de los modelos.
- SOGO-20 Implementación FrontEnd:** SOGO-21 Levntamiento de Servidor SMTP para confirmación..., SOGO-12 Registro de usuarios, SOGO-13 Inicio de sesión, SOGO-22 Material de aprendizaje, SOGO-27 Lecciones interactivas, SOGO-28 Desarrollar módulo de retos, SOGO-29 Interfaz para visualizar y editar información del usu..., SOGO-30 Aplicación web o landing, SOGO-31 Pruebas de funcionalidad, SOGO-32 Producto final.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA - KANBAN

Se han **completado 20 tareas**, en una duración de **111 días**, iniciando el 07/11/2023 hasta el 26/02/2024



Tareas Kanban



ARQUITECTURA DEL MODELO CLASIFICATORIO

34 clases



Preprocesamiento

rembg



Aumento de datos (data augmentation)

```
for hands_name in main_df['classes'].unique():
    plot_class(main_df, hands_name, resized_images)
```

N



```
[90]: pip install rembg
# Importing Required Modules
from rembg import remove
from PIL import Image
def process_image(image_path):
    # Leer la imagen
    image = cv2.imread(image_path)
    # Redimensionar la imagen a 128x128
    image_228 = cv2.resize(image, (228, 228))
    # Removing the background from the given Image
    result = remove(image_228)
    return result
```

```
# Define el generador de flujo de datos para entrenamiento
data_aug = vgg_datagen.flow_from_directory(
    data_directory, # Directorio de las imágenes aumentadas
    output_directory, # Directorio de las imágenes
    target_size=(128, 128), # Tamaño de destino de las imágenes
    batch_size=32,
    class_mode="categorical", # Modo de clasificación categórica
    shuffle=True,
)
```

Found 9854 images belonging to 34 classes. ≈ 290

MediaPipe Model Maker

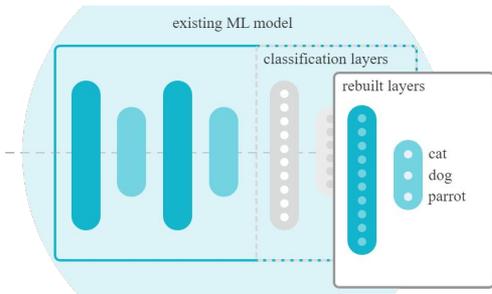
```
[11] data = gesture_recognizer.Dataset.from_folder(
    dirname=dataset_path,
    hparams=gesture_recognizer.HandDataPreprocessingParams()
)
train_data, rest_data = data.split(0.8)
validation_data, test_data = rest_data.split(0.5)
```

80% entrenamiento
10% pruebas
10% validación

Downloading https://storage.googleapis.com/mediapipe-assets/palm_detection_full.tflite
 Downloading https://storage.googleapis.com/mediapipe-assets/hand_landmark_full.tflite
 Downloading https://storage.googleapis.com/mediapipe-assets/gesture_embedder.tar.gz to

Aprendizaje por transferencia

input data



.H5 ✗
.task

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 148, 148, 32)	320
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 74, 74, 32)	0
dropout (Dropout)	(None, 74, 74, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 72, 72, 64)	18496
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 36, 36, 64)	0
dropout_1 (Dropout)	(None, 36, 36, 64)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 34, 34, 128)	73856
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 17, 17, 128)	0
dropout_2 (Dropout)	(None, 17, 17, 128)	0
flatten (Flatten)	(None, 36992)	0
dense (Dense)	(None, 512)	18940416
dropout_3 (Dropout)	(None, 512)	0
dense_1 (Dense)	(None, 25)	12825

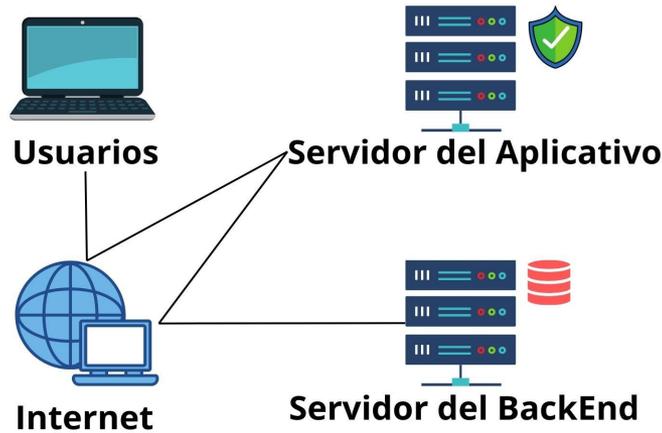
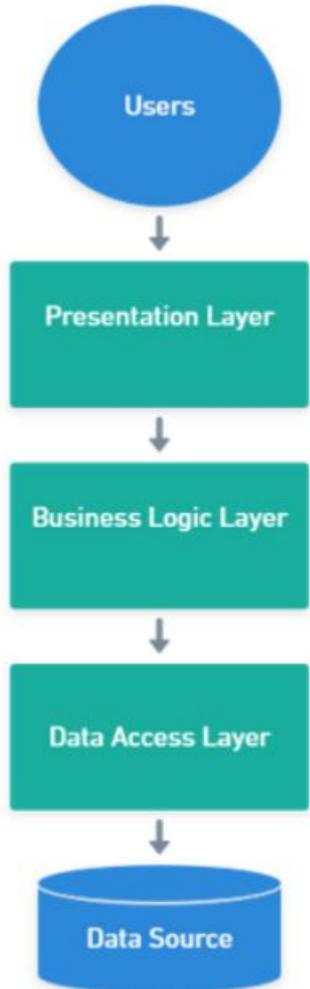
 Total params: 19,045,913
 Trainable params: 19,045,913
 Non-trainable params: 0



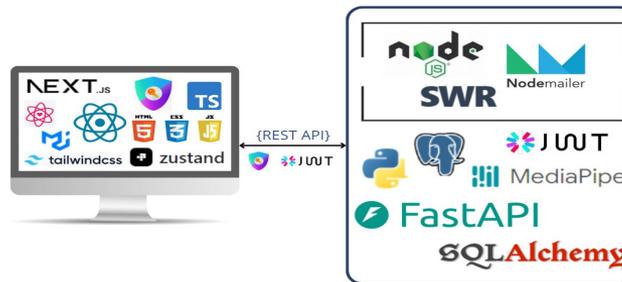
ESPE
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN

ARQUITECTURA DE 3 CAPAS



```
app
├── db
├── models
├── repository
├── routers
├── schemas
├── services
└── utils
```



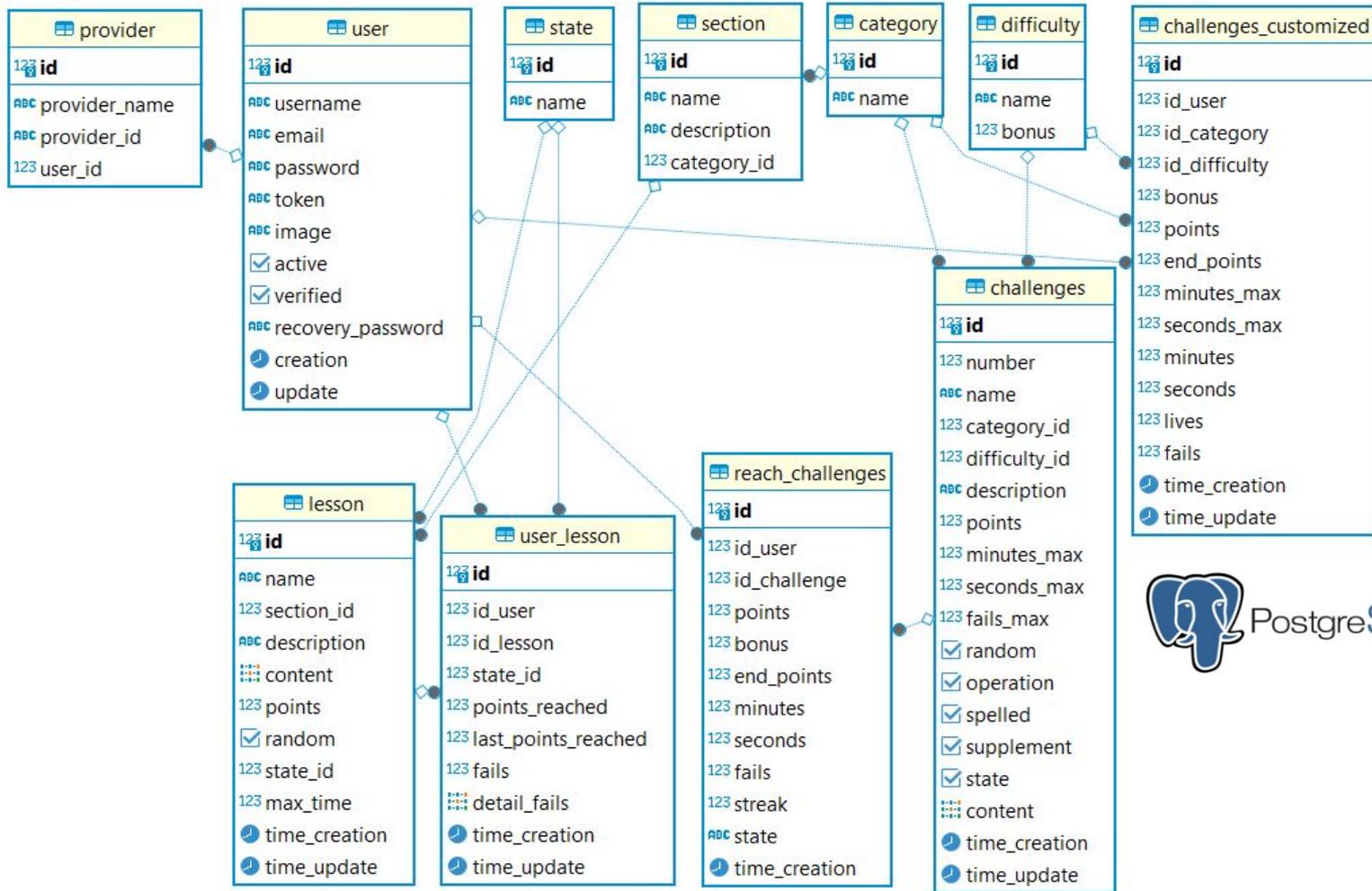
TIPO DE FICHERO

```
src
├── app
│   ├── (metadata)
│   ├── (play)
│   ├── challenge
│   ├── learn
│   ├── lesson
│   ├── profile
│   ├── layout.tsx
│   ├── auth
│   ├── layout.tsx
│   ├── page.tsx
│   ├── api
│   ├── layout.tsx
│   ├── loading.tsx
│   └── not-found.tsx
├── components
├── css
├── emails
├── helpers
├── lib
├── store
├── utilities
├── validators
└── middleware.ts
```

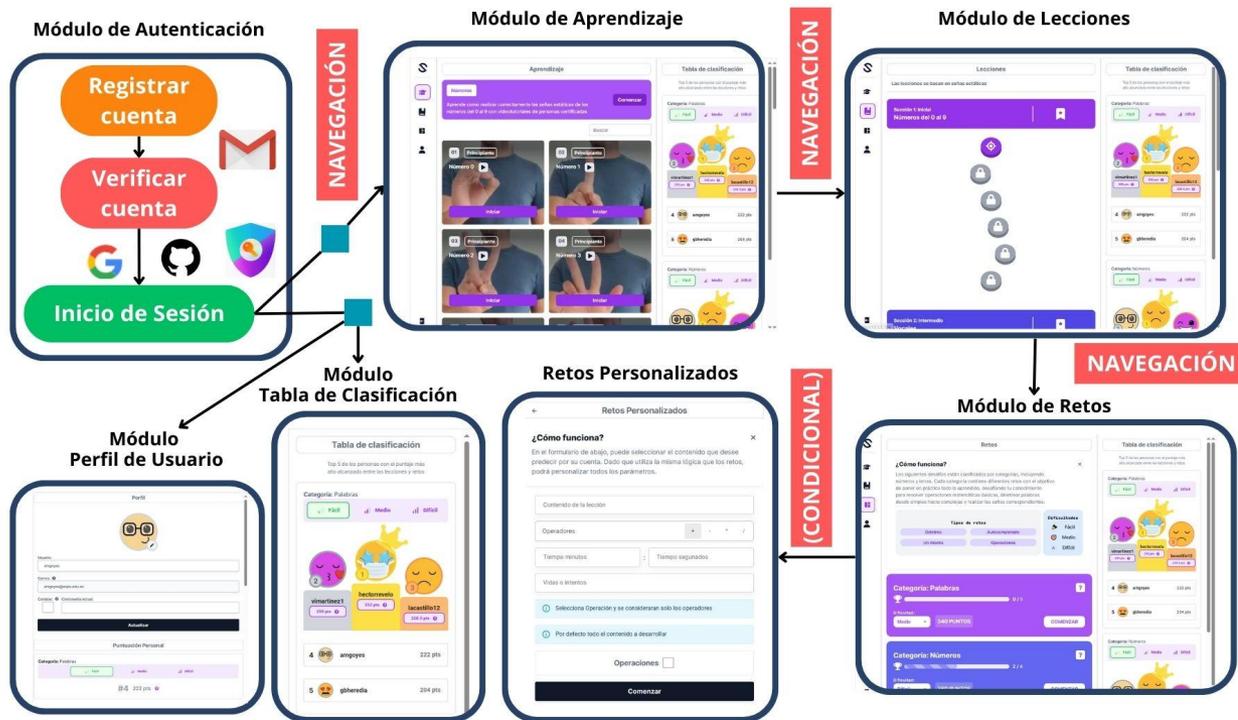


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DISEÑO DE LA BASE DE DATOS



NAVEGACIÓN EN EL APLICATIVO



CONTENIDO DEL APLICATIVO

CONTACTAR EMAIL

CONTACTAR WHATSAPP

APRENDIZAJE

LECCIONES

RETOS (PALABRAS)

RETOS (NÚMEROS)

RETOS (PERSONALIZADOS)

PERFIL DE USUARIO



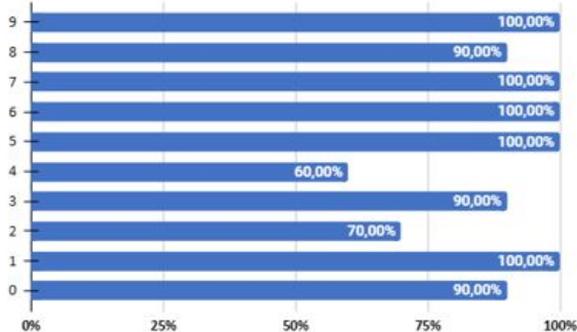
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RESULTADOS OBTENIDOS - PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Crecimiento en el criterio de validación del aplicativo por cada módulo y en los resultados generales.

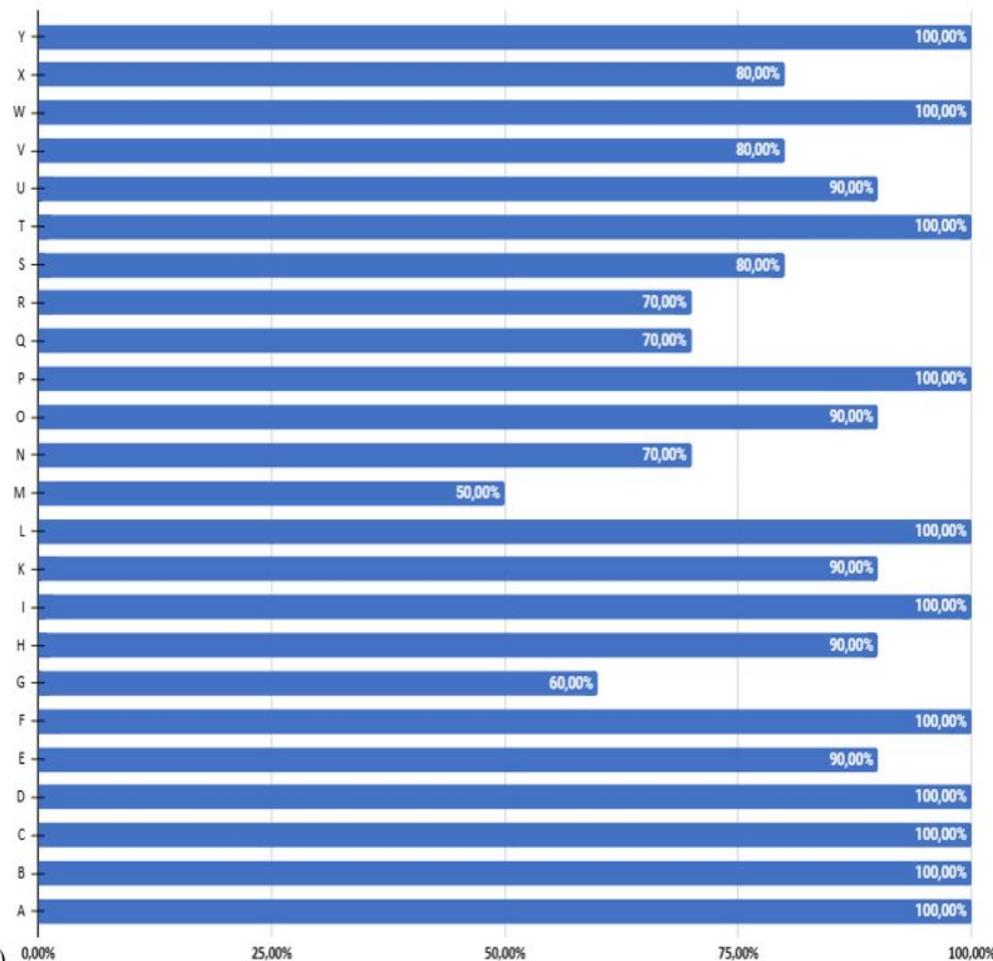
Criterio	Deficiente	Regular	Satisfactorio	Bueno	Excelente
Clasificaciones del modelo	-- %	-- %	20,00 %	-- %	80,00 %
Estructura	-- %	-- %	-- %	20,00 %	80,00 %
Aprendizaje	-- %	-- %	-- %	20,00 %	80,00 %

Resultados de Clasificación del Modelo de Números



a)

Resultados de Clasificación del Modelo de Letras



b)

Rendimiento del modelo de clasificación



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RESULTADOS OBTENIDOS - PRUEBAS DE RENDIMIENTO

authentication-fastapi, Mar 06, 2024 15:00:27 (#8)

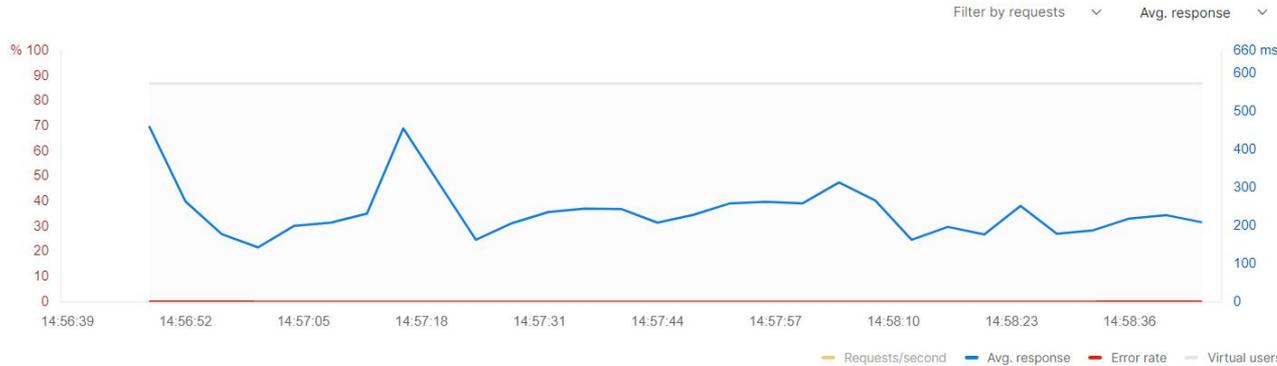
20 VU · 2 mins · Fixed

Run Again

Share

Summary Errors

Total requests sent 4,247
Requests/second 33.09
Avg. response time 231 ms
Error rate 0.00 %



Performance details for total duration

Request ↓	Total requests	Requests/s	Resp. time (Avg. ms)	Min (ms)	Max (ms)	90th (ms)	Error %
POST lessons	535	4.19	896	117	2,110	1,576	0.00
GET Start	523	4.09	44	11	423	80	0.00
GET Me	535	4.19	495	8	1,705	1,212	0.00
GET Me	530	4.15	51	11	913	84	0.00
GET All	535	4.19	183	9	1,756	666	0.00
GET All	535	4.19	78	8	1,301	101	0.00
GET All	534	4.18	53	14	1,172	73	0.00
GET All	520	4.07	36	9	996	64	0.00

CONFIGURACIÓN

- Herramienta Postman
- 20 usuarios
- 2 minutos
- 8 End Points
- Apis de predicción, perfil, lecciones y retos

RESULTADOS

- Latencia considerada normal
- 0,00% de Errores
- Promedio de 535 peticiones por cada API



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TRABAJOS FUTUROS

Se consideraron varios puntos interesantes abordados por los expertos y por parte de este equipo de desarrollo, los cuales, por diversas cuestiones como el tiempo y la complejidad de la observación, no procedieron en este proyecto pero que pueden ser de gran utilidad e impacto. A continuación, se enlistan las actividades generadas por los usuarios expertos que aplican como trabajo futuro:

1. Visión por computadora (computer vision)
2. Recuperación de señas erróneas en las lecciones
3. Extender el contenido de aprendizaje
4. Crear una comunidad
5. Sistema de puntos por temporada
6. Incorporar elementos en un contexto no lúdico
7. Sistema de recompensas (insignias, logros, entre otras cosas)
8. Sistema de recompensas diarias



CONCLUSIONES

1. La metodología de **Design Thinking** se mostró altamente efectiva, evidenciada por mejoras cuantificables en la **aceptación del usuario**: incrementos notables en diversos módulos, como autenticación (80%), aprendizaje (90%), lecciones (80%), retos (80%) y tabla de clasificación (70%), con tendencia al criterio **“Excelente”**, en escala de **Likert**.
2. La aplicación exitosa de la metodología **Kanban** reflejó un promedio de tiempo de ejecución (**Lead Time**) de **111 días** y un tiempo de ciclo (**Cycle Time**) de **17 días**, se logró un desarrollo eficiente. El rendimiento (**Throughput**) de aproximadamente una tarea por día indicó una gestión constante y efectiva,
3. La aplicación usa el modelo **MediaPipe Gesture Recognition**, donde los resultados mostraron una precisión del **97,52% para el modelo de los números** del 0 al 9 y **91,14% para el abecedario**. Las pruebas de clasificación realizadas, en un entorno real para los modelos generados, obtuvieron un **90% para los números y 87,92% para el abecedario**.
4. Las pruebas de rendimiento se puede concluir que hubo un total de **33,09 peticiones** por segundo, un tiempo de respuesta promedio de **231 milisegundos** y una **tasa de error del 0%**. Estos hallazgos respaldan la afirmación de que la aplicación está preparada para soportar la carga de usuarios estimada, de **3.699 personas**.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda dirigir los esfuerzos hacia el desarrollo de una segunda versión orientada a una experiencia más **lúdica** y **educativa**. Se sugiere enfocarse en un diseño innovador que refuerce la temática **gamificada** y atraiga a una **audiencia diversa** en términos de edades y niveles de habilidad.
2. Se recomienda implementar un modelo de reconocimiento de señas en movimiento, utilizando **modelos de aprendizaje profundo**. Algunas opciones son las redes neuronales convolucionales (**CNN**) y redes neuronales recurrentes (**RNN**), o una combinación de ambas, conocidas como redes neuronales convolucionales recurrentes (**CRNN**)
3. Con la limitación actual en la asignación de direcciones IP privadas a contenedores ofrecidos a los estudiantes, se sugiere evaluar la posibilidad de proporcionar opciones de configuración adicionales para entornos que requieren integración con **proveedores de autenticación**, como **Next-Auth** para NextJS.

