

Software accesible para personas con discapacidad visual que apoya el aprendizaje del inglés como segunda lengua

Camilo José Sining López
Ingeniería de Sistemas
Universidad del Norte
Barranquilla, Colombia
cjsining@uninorte.edu.co

Leonardo David Vergara Márquez
Ingeniería de sistemas
Universidad del Norte
Barranquilla, Colombia
vergaradl@uninorte.edu.co

Leonardo David Lizcano Pinto
Ingeniería de Sistemas
Universidad del Norte
Barranquilla, Colombia
ldlizcano@uninorte.edu.co

Asesores

Wilson Nieto Bernal
Ingeniería de Sistemas
Universidad del Norte
Barranquilla, Colombia
wnieto@uninorte.edu.co

Miguel Ángel Jimeno Paba
Ingeniería de Sistemas
Universidad del Norte
Barranquilla, Colombia
majimeno@uninorte.edu.co

Abstract—This research project focuses on the development of a mobile application aimed at improving the teaching of English at A1 level among middle school students in Colombia. The application seeks to address the challenges of current English language teaching, including the lack of high quality resources, the difficulty in promoting collaborative work, and the limited inclusion of students with visual impairments. Using a task-based teaching methodology created by the Language Institute of the Universidad del Norte, the project proposes to design and develop a functional prototype application to improve the teaching of English in Colombian public schools.

Resumen—Este proyecto de investigación se centra en el desarrollo de una aplicación móvil destinada a mejorar la enseñanza del inglés en el nivel A1 entre los estudiantes de educación media en Colombia. La aplicación busca abordar los retos de la enseñanza actual del inglés, incluyendo la falta de recursos de alta calidad, la dificultad para promover el trabajo colaborativo y la limitada inclusión de estudiantes con discapacidad visual. Utilizando una metodología de enseñanza basada en tareas creada por el Instituto de Idiomas de la Universidad del Norte, el proyecto propone diseñar y desarrollar un prototipo de aplicación funcional para mejorar la enseñanza del inglés en los colegios públicos colombianos.

Palabras clave—Colaboración, Discapacidad visual, Aplicación móvil, Aprendizaje de inglés, Inclusión educativa

I. INTRODUCCIÓN

El dominio del inglés es un aspecto crucial para el éxito académico y laboral de los estudiantes de Colombia. Por su extendido uso a nivel internacional, se trata de unas de las habilidades más importantes del siglo XXI (Mahawan & Langprayoon, 2020). A pesar de ello, existen múltiples obstáculos que dificultan el aprendizaje efectivo de este idioma, entre los cuales destacan la falta de accesibilidad a recursos educativos de calidad, las dificultades para fomentar el trabajo en equipo y

colaborativo entre los estudiantes, y la limitación para personas con discapacidades visuales (Cárdenas & Inga, 2019). Por tanto, es necesario contar con herramientas que apoyen el proceso de aprendizaje de manera integral. Para abordar estos desafíos, se propone el desarrollo de una aplicación móvil de aprendizaje de inglés en un nivel A1 (CEFR). El público objetivo es la población estudiantil de educación media en Colombia, cuyo rango de edad suele oscilar entre los 10 y 17 años. La solución desarrollada ofrece una ruta de aprendizaje estructurada en tareas compuestas por tres etapas: Aprendizaje, Colaboración y Evaluación. Esta aplicación incorpora herramientas auditivas y visuales probadas, permitiendo la participación de estudiantes con diversas discapacidades visuales en los procesos educativos.

La metodología de aprendizaje implementada nació del Instituto de Idiomas de la Universidad del Norte, el cual planteó un modelo basado en el trabajo colaborativo y la comunicación entre estudiantes dentro de lecciones interactivas, así como la ruta de aprendizaje y sus contenidos. Dichos contenidos permiten aprender tópicos elementales de inglés y se encuentran ambientados en el Parque Isla Salamanca, lugar que posee una alta biodiversidad de plantas y animales. Esto, con el fin de promover la conciencia ambiental y el sentido de pertenencia en los jóvenes hacia la preservación del ecosistema y de las especies endémicas que allí habitan.

A fin de ofrecer un proceso de enseñanza y aprendizaje integral y de incrementar la eficiencia en la revisión y evaluación de resultados por parte de los profesores, se propone también una plataforma web dirigida hacia la población docente, en consonancia con lo sugerido por Junying y Baiwen, 2012. Esta plataforma permitirá a profesores supervisar las actividades

en tiempo real, así como revisar y evaluar resultados de estudiantes.

Se espera que el uso activo de la aplicación como herramienta de apoyo al proceso de aprendizaje de inglés en ámbitos educativos permita lograr resultados más efectivos gracias a la implementación de metodologías dinámicas e inclusivas.

II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Informe Nacional de Resultados del Examen Saber 11° 2019 (ICFES, 2020) resalta que los estudiantes tienen dificultades para realizar tareas específicas esenciales para una comunicación efectiva en inglés. Entre estas, se incluyen la comprensión y uso de expresiones básicas, presentación personal y ante otros, solicitud y entrega de información personal básica sobre su domicilio, e interacción de forma elemental, incluso con interlocutores que hablen despacio y con claridad. Además, el *EF English Proficiency Index* (2022) sitúa a Colombia en el puesto 77 de su ranking de países con mayores habilidades en inglés como segunda lengua, ubicándose en la categoría de *Low Proficiency* o Nivel Bajo.

Un estudio llevado a cabo por Muñoz Ibarra y Bastidas Arteaga, 2011 en Pasto, Colombia, ofrece una visión sobre los posibles orígenes de esta problemática. Los autores identifican varias dificultades, destacándose las siguientes:

- 1) La implementación de metodologías no adecuadas por parte de los docentes.
- 2) La inexistencia de un plan de estudios de inglés específico y coherente.
- 3) La carencia de materiales didácticos apropiados y eficaces.

Los autores señalan que la escasez de recursos didácticos es una de las causas subyacentes de esta problemática. Esto resulta en que los profesores dependan de sus propios recursos y actividades, que suelen ser limitados. Según sus observaciones, en la mayoría de las clases, la participación de los estudiantes no era adecuada y se centraba principalmente en la repetición de frases. Tanto las intervenciones individuales como las grupales eran escasas. Los investigadores identifican una notable falta de motivación en los estudiantes, una postura respaldada por Carvajal Payán, 2019, quien destaca la falta de motivación de la población estudiantil para aprender inglés, ya que perciben este aprendizaje como una tarea difícil.

Las dificultades para enseñar y aprender inglés se ven agravadas cuando se trata de estudiantes con discapacidades visuales. Incluso las instituciones que disponen de materiales didácticos adecuados para la enseñanza de este idioma suelen utilizar un formato basado en imágenes, lo que dificulta el acceso a estos materiales para esta población (Susanto & Nanda, 2018). En este contexto, se ha identificado otra problemática señalada por Cárdenas et al.: aunque se diseñen recursos didácticos teniendo en cuenta a este grupo de estudiantes, pocos de estos recursos garantizan una participación adecuada de todos los alumnos, incluyendo aquellos que no tienen discapacidades visuales.

Finalmente, es importante destacar las tendencias actuales entre los estudiantes en relación a las metodologías que han

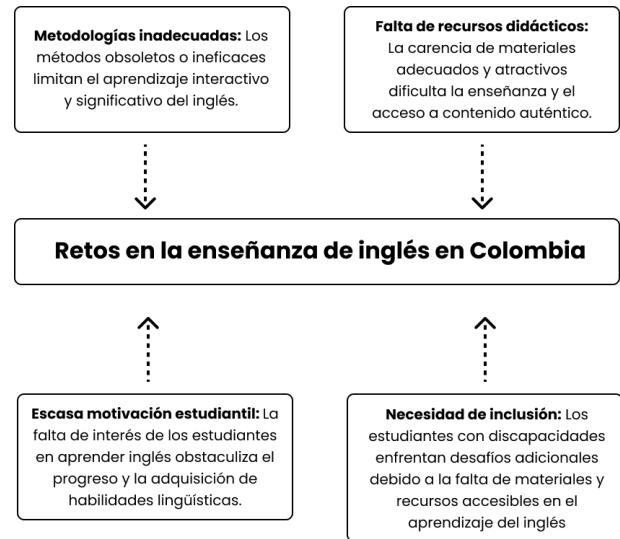


Figura 1. Árbol de factores del problema

adoptado en sus procesos de aprendizaje. Según señala Shih et al., 2013, cada vez más estudiantes optan por enfoques basados en dispositivos electrónicos, como computadoras y teléfonos inteligentes, para el aprendizaje del inglés. Como resultado, las metodologías tradicionales se quedan cortas al no poder satisfacer todas sus necesidades actuales.

Se evidencia que la enseñanza de este idioma en la educación pública colombiana enfrenta varios desafíos, resumidos en la Figura 1.

En síntesis, la enseñanza del inglés en Colombia se enfrenta a una serie de desafíos, entre ellos las tendencias actuales de los estudiantes que se centran en el uso de dispositivos tecnológicos, la escasez de recursos educativos de alta calidad y las dificultades para fomentar la colaboración entre los estudiantes. Estos factores combinados representan una problemática significativa en el campo de la enseñanza del inglés.

III. JUSTIFICACIÓN

El inglés es considerado una lengua universal debido a su utilidad en una gran variedad de contextos, desde el ámbito laboral hasta el turismo, y abarcando tanto las interacciones personales como los negocios (Castro López, 2018). Por ello, es esencial brindar una educación de calidad e inclusiva a los estudiantes de educación media.

El presente artículo propone una solución basada en un aplicativo móvil para el apoyo en la enseñanza del inglés en educación media pública en Colombia, con un enfoque especial en las personas con discapacidad visual. Esta solución busca ofrecer una experiencia de aprendizaje innovadora y atractiva para los estudiantes, fomentando su interacción y participación durante el proceso de enseñanza. Además, se incorporan técnicas de ayudas visuales y auditivas que permiten a los individuos con deficiencias visuales realizar las actividades al mismo nivel que sus compañeros, promoviendo así su inclusión en el proceso de aprendizaje.

La aplicación móvil desarrollada utiliza enfoques que promueven la comunicación entre estudiantes durante el aprendizaje, siguiendo la propuesta de Shih et al., 2013 y F. Zhang, 2021. Estos autores destacan el potencial de los teléfonos inteligentes y las aplicaciones móviles para la práctica del lenguaje comunicativo y el acceso a contenido auténtico. La implementación de estas estrategias en el aplicativo busca fomentar la interacción y colaboración entre los estudiantes, mejorando así la calidad y efectividad del proceso educativo. La aplicación móvil fue desarrollada para el sistema operativo Android (aunque también puede usarse en iOS), dado que este cuenta con gran aceptación dentro de la población joven en Colombia y, específicamente, en la población objetivo.

Los contenidos de la ruta de aprendizaje se ambientan en el Parque Isla Salamanca, lo que permite a los estudiantes aprender acerca de este lugar y su ecosistema. Esto tiene como finalidad desarrollar la conciencia ambiental y el sentido de pertenencia hacia el ecosistema de este parque natural. Para tal fin, se incluyen imágenes y sonidos característicos de especies animales de la región. Esta estrategia busca no solo enriquecer el contenido educativo, sino también permitir a estudiantes con discapacidad visual participar activamente en el proceso de aprendizaje junto a sus compañeros.

En paralelo, se desarrolla un software complementario para profesores, siguiendo el enfoque propuesto por Junying y Baiwen, 2012. Este programa permite a los docentes efectuar tareas de control y análisis sobre el trabajo de los estudiantes en la aplicación móvil, facilitando la revisión, análisis y evaluación de resultados, y optimizando su eficiencia. A fin de hacer este software accesible de forma sencilla, se eligió el formato web, de manera que los docentes pueden hacer uso del mismo por medio de un navegador web y una conexión estable de Internet.

En resumen, el desarrollo de un software compuesto por un aplicativo móvil y una plataforma web complementaria aborda una problemática real en el contexto de la educación media pública colombiana. Esta solución tecnológica se presenta como una opción atractiva para mejorar los procesos de enseñanza del inglés en colegios y ofrecer un aprendizaje de alta calidad para los estudiantes, fomentando su autonomía en el proceso de aprendizaje y fundamentado en el trabajo colaborativo y la comunicación. Además, la propuesta es inclusiva para estudiantes con distintos grados de ceguera, asegurando la equidad en el proceso educativo.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Modelar y diseñar un software accesible para personas con discapacidad visual, que apoye el aprendizaje de inglés en un nivel A1 a estudiantes de educación media en Colombia desde un enfoque colaborativo.

B. Objetivos específicos

- 1) Realizar una revisión de la literatura existente sobre el aprendizaje colaborativo del inglés y las técnicas de

accesibilidad en aplicaciones móviles para personas con discapacidad visual.

- 2) Diseñar una arquitectura de aplicación móvil que cumpla con los estándares de la industria en términos de accesibilidad, asegurando la inclusión de todos los estudiantes.
- 3) Desarrollar un prototipo funcional de la aplicación móvil que implemente la metodología de aprendizaje basada en tareas y colaboración y que incluya técnicas de accesibilidad para los estudiantes con discapacidad visual.
- 4) Validar la eficacia de la metodología implementada para mejorar la enseñanza del inglés en la educación media, así como la usabilidad de la aplicación móvil para personas con discapacidad visual.

V. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

La metodología utilizada para el desarrollo del software propuesto consta de varias fases que permiten lograr los objetivos planteados en este artículo.

A. Requerimientos de la solución

La solución propuesta se compone de dos componentes principales: la aplicación móvil destinada a los estudiantes y la plataforma web diseñada para los profesores. Cada uno de estos componentes tiene sus propios requerimientos funcionales, como se muestra en las Figuras 2 y 3 respectivamente. Además, hay un conjunto de requerimientos no funcionales que son esenciales para el funcionamiento global del software, que se presentan en la Figura 4.

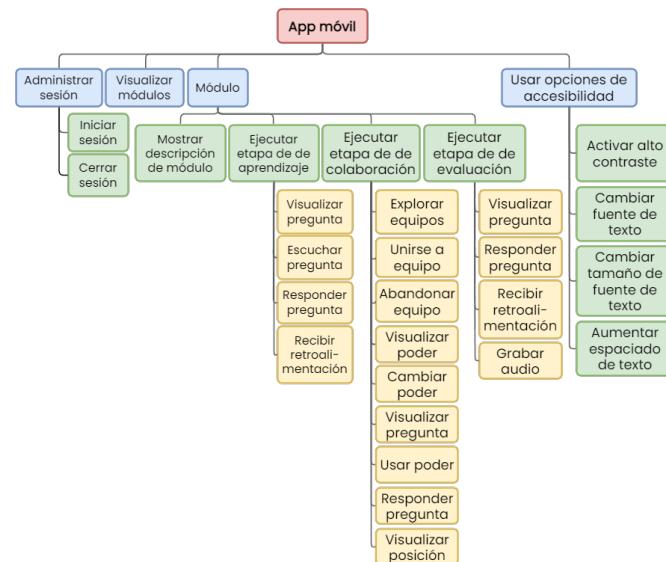


Figura 2. Diagrama de requerimientos funcionales de la aplicación móvil

La Figura 2 presenta los requerimientos funcionales de la aplicación móvil. Estos requerimientos definen las funciones que la aplicación debe cumplir para proporcionar una experiencia de aprendizaje efectiva y atractiva para los estudiantes. Algunos de los requerimientos clave son la capacidad para realizar las actividades de Aprendizaje, Colaboración y Evaluación, la inclusión de funciones de accesibilidad para

estudiantes con discapacidades visuales y la capacidad para recibir retroalimentación.

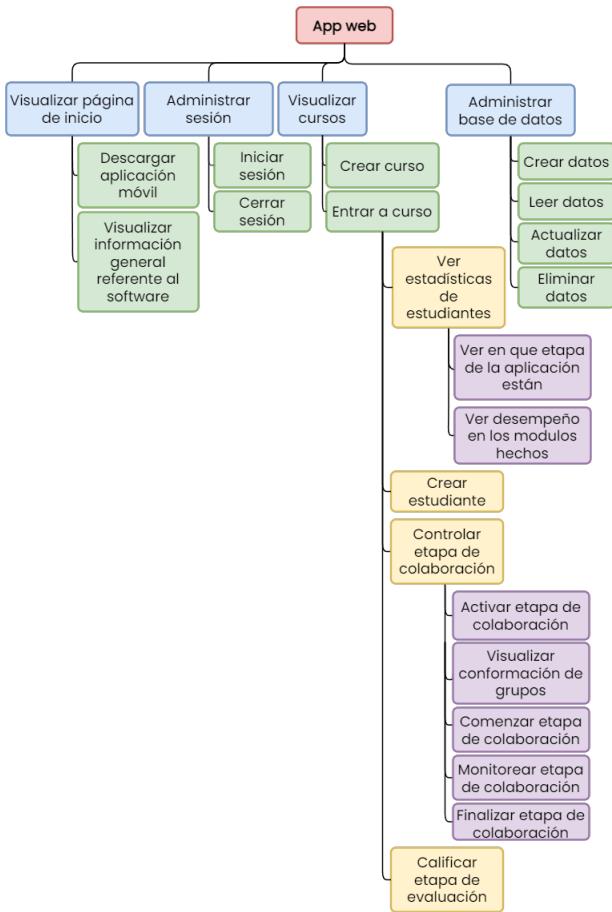


Figura 3. Diagrama de requerimientos funcionales de la plataforma web

En la Figura 3, se muestran los requerimientos funcionales de la plataforma web. Esta plataforma permite a los profesores gestionar las actividades de aprendizaje, supervisar el progreso de los estudiantes y proporcionar evaluación. Algunos de los requerimientos funcionales clave incluyen la capacidad para registrar estudiantes, administrar la etapa de colaboración en tiempo real y realizar revisión y calificación de resultados.

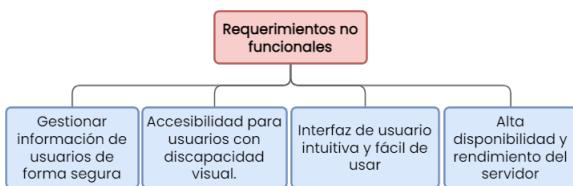


Figura 4. Diagrama de requerimientos no funcionales del software

Finalmente, la Figura 4 muestra los requerimientos no funcionales del software. Estos requerimientos son cruciales para garantizar que la aplicación y la plataforma web sean seguras, confiables y accesibles. Incluyen aspectos como la seguridad de los datos, la escalabilidad del software y la accesibilidad para los usuarios con discapacidades visuales.

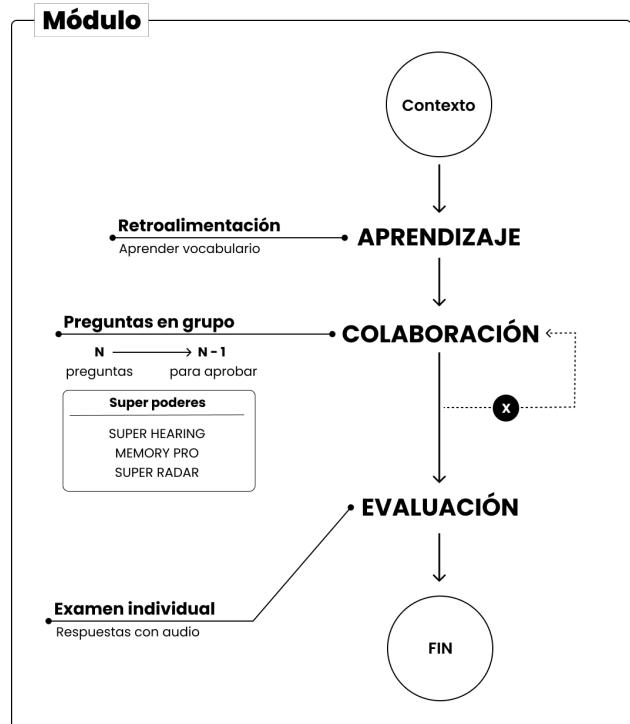


Figura 5. Contenido de un módulo

B. Diseño de la solución

La arquitectura del sistema gira en torno a una aplicación móvil diseñada para facilitar un proceso de aprendizaje estructurado y secuencial. En su estado inicial, el sistema presenta una ruta de aprendizaje compuesta por cinco módulos, cada uno de los cuales es una unidad de aprendizaje independiente.

El diseño de la solución cuenta con una alta flexibilidad a la hora de ampliar los contenidos del currículo. Siguiendo la propuesta de Neto et al., 2019, el sistema admite la incorporación de contenido adicional de forma sencilla y eficiente. Esto significa que, aunque la ruta de aprendizaje inicial consta de cinco módulos, el sistema puede extenderse para incluir un mayor número de módulos y preguntas de acuerdo a las necesidades de aprendizaje y a las demandas del profesor.

Los módulos en la ruta de aprendizaje se organizan secuencialmente. En otras palabras, el acceso a cada módulo subsiguiente depende del éxito del estudiante en el módulo anterior. Esto asegura que los estudiantes tengan un sólido entendimiento de los conceptos y habilidades en cada nivel antes de avanzar al siguiente.

Cada módulo está diseñado para proporcionar una experiencia de aprendizaje integral y está compuesto por tres etapas fundamentales: Aprendizaje, Colaboración y Evaluación. Estas etapas se presentan en un orden específico y secuencial, tal como se ilustra en la Figura 5. Al igual que los módulos, cada etapa se construye sobre la anterior, asegurando que los estudiantes consoliden su comprensión y habilidades antes de avanzar a la siguiente fase del módulo.

Las etapas de un módulo se describen a continuación:

1) **Aprendizaje:** El principal objetivo en esta etapa es facilitar la adquisición de conceptos y temas clave relacionados con el currículo de inglés, que serán de utilidad en las siguientes etapas. El aprendizaje en esta etapa se lleva a cabo de manera autónoma, permitiendo a los estudiantes avanzar a su propio ritmo y repetir el material tantas veces como lo consideren necesario, incluso fuera del entorno escolar. Al completar las preguntas, los estudiantes desarrollan competencias esenciales en inglés, como la lectura, la expresión oral, la comprensión auditiva y la gramática. A medida que avanzan, reciben retroalimentación constructiva para consolidar su aprendizaje. Esta etapa se considera completada cuando el estudiante ha respondido correctamente a todas las preguntas.

2) **Colaboración:** Esta etapa se diseñó para fomentar la colaboración y la comunicación efectiva entre los estudiantes. Aquí, los estudiantes trabajan en equipos para responder a las preguntas, donde cada pregunta se presenta en formato de selección múltiple con una única respuesta correcta. En este formato, solo uno de los miembros del equipo posee la opción de respuesta correcta, lo que promueve el desarrollo de habilidades comunicativas y cooperativas. Los estudiantes en esta etapa asumen roles específicos, cada uno con una habilidad especial única. Estos roles incluyen:

- a) *Super Hearing:* Esta habilidad permite al estudiante escuchar una pista adicional para encontrar la opción correcta. Este rol es particularmente útil para los estudiantes con déficit visual y, por lo tanto, debe asignarse prioritariamente a estos.
- b) *Memory Pro:* Este rol permite al estudiante visualizar el significado de sustantivos clave.
- c) *Super Radar:* Este rol permite al estudiante visualizar el significado de las preposiciones clave.

Si un equipo responde incorrectamente a una pregunta, esta se presentará nuevamente al final de la etapa hasta que el equipo haya respondido correctamente al menos $n - 1$ preguntas, donde n es el número total de preguntas en esta etapa. Además de fomentar la colaboración, esta etapa también introduce un elemento competitivo entre equipos para motivar a los estudiantes a mejorar.

3) **Evaluación:** Esta etapa crucial pone a prueba la comprensión y el dominio del estudiante sobre el material del módulo. Se centra principalmente en las competencias productivas, es decir, las habilidades de habla y escritura, que son fundamentales para la comunicación efectiva en inglés. Las preguntas de habla invitan al estudiante a grabar una respuesta en audio, lo que permite practicar y demostrar sus habilidades de pronunciación y fluidez. Por otro lado, las preguntas de escritura desafían al alumno a redactar su propia respuesta, lo que ayuda a evaluar y mejorar su capacidad para construir y expresar ideas de manera coherente y gramaticalmente correcta.

La combinación de estas tres etapas proporciona una experiencia de aprendizaje completa, permitiendo a los estu-

diantes adquirir y consolidar nuevos conocimientos, practicar habilidades colaborativas y de comunicación, y demostrar su comprensión a través de la aplicación individual del material aprendido.

C. Desarrollo del prototipo funcional

La creación del prototipo se efectuó mediante una estrategia híbrida, aprovechando las fortalezas tanto de las metodologías ágiles como de las tradicionales. Esto permitió la elaboración funcional del sistema en intervalos regulares, siguiendo prácticas de Integración Continua y Despliegue Continuo (CI/CD). Esta aproximación promovió la identificación y resolución temprana de defectos, contribuyendo a la estabilidad del software. Cada versión fue objeto de mejoras constantes, incrementando la funcionalidad con cada ciclo de desarrollo, tal y como se ilustra en la Figura 6.

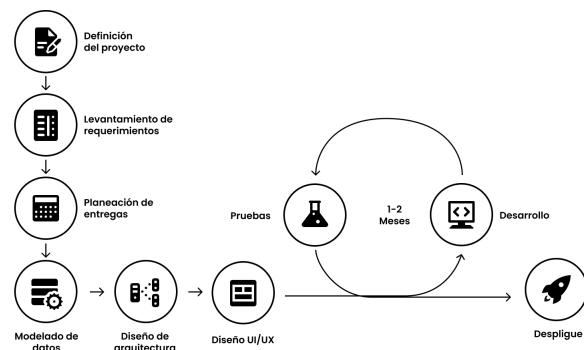


Figura 6. Metodología de desarrollo

Durante cada iteración, se aplicó una metodología tradicional, implementando las vistas y funcionalidades esenciales de la aplicación de manera secuencial, siguiendo los diagramas de flujo previamente establecidos. Esta elección metodológica buscó aportar solidez al proyecto, sin sacrificar la flexibilidad requerida para adaptarse a posibles cambios surgidos durante el proceso. La fusión de estas dos metodologías facilitó un equilibrio entre la preservación de la calidad del proyecto y la habilidad para responder ágilmente a los cambios del entorno.

D. Pruebas y Validación

1) *Selección de Participantes:* Para la validación del prototipo, se selecciona un grupo focal de estudiantes de secundaria de la Institución Educativa Distrital La Magdalena (INSED-MAG) en Barranquilla, Colombia. Este grupo focal consta de 12 estudiantes con edades comprendidas entre los 14 y 17 años. De estos, cuatro estudiantes presentan un alto grado de ceguera, lo que proporciona una muestra representativa de la población objetivo de la aplicación.

2) *Examen previo:* El Instituto de Idiomas lleva a cabo el test A2 Key de la editorial de Cambridge sobre la muestra de estudiantes, de forma previa al uso de la aplicación. Este examen evalúa el nivel de inglés desde cuatro áreas: escritura, lectura, habla y escucha, de forma que por cada estudiante se califican las cuatro áreas por separado, empleando una escala de 0 a 10.

3) *Validación del Prototipo:* La validación del prototipo se lleva a cabo mediante el uso de la aplicación por parte de los estudiantes seleccionados. Estos se agrupan en cuatro equipos de tres miembros cada uno, asegurándose de que cada equipo incluya a un estudiante con dificultades visuales. Esta configuración permite evaluar la funcionalidad colaborativa de la aplicación, así como su accesibilidad para estudiantes con limitaciones visuales.

Cada equipo de estudiantes utiliza el primer módulo de la aplicación, cumpliendo con las tres etapas de Aprendizaje, Colaboración y Evaluación. La realización de solo un módulo se da por limitaciones de logística. Durante las etapas de Aprendizaje y Colaboración, este módulo trata los siguientes componentes de aprendizaje:

- 1) Vocabulario.
- 2) Uso de preposiciones de lugar.
- 3) Habilidad de escucha.
- 4) Habilidad de lectura (comprensión lectora).
- 5) Producción oral.

Si bien la etapa de Evaluación de este primer módulo se hace especial énfasis en la producción oral, también se examinan todos los componentes mencionados anteriormente, con excepción de la habilidad de escucha. Por esta excepción, los resultados del Examen previo omitirán el nivel de los estudiantes en dicha habilidad.

Al finalizar el uso del módulo, se aplica una encuesta de usabilidad y satisfacción a los estudiantes. La encuesta incluye preguntas diseñadas para recoger datos sobre la facilidad de uso de la aplicación, la comprensión de las actividades de aprendizaje, la efectividad de las funciones de colaboración, y la satisfacción general con la experiencia de aprendizaje proporcionada por la aplicación. Los resultados de la encuesta se analizan para determinar el éxito de la aplicación en términos de sus objetivos de enseñanza y accesibilidad.

En paralelo, los resultados de los estudiantes son calificados por un profesor del Instituto de Idiomas medio de la plataforma web desarrollada. El profesor asigna una calificación en una escala de 0 a 100 a cada respuesta del estudiante en cuestión, y luego el sistema promedia estas calificaciones para obtener una valoración general del intento. La selección de un docente para esta tarea busca garantizar imparcialidad y calidad en el proceso de evaluación, aunque se reconoce que la subjetividad puede ser una limitación inherente.

Estas calificaciones son comparadas con las obtenidas en el examen previo (para lo cual son llevadas a la misma escala de 0 a 10), a fin de obtener un indicador preliminar del nivel de aprendizaje de los estudiantes en el uso de la aplicación. Para efectuar esta comparación, las cuatro calificaciones que comprenden el examen previo (lectura, escritura, escucha y habla) son promediadas, excluyendo la habilidad de escucha. Este indicador no es concluyente, puesto que ello requiere un uso de la aplicación prolongado en el tiempo. No obstante, permitirá tener una visión inicial del progreso de los estudiantes.

Se espera que los resultados de esta validación proporcionen una base sólida para futuras mejoras y desarrollos de la

aplicación.

VI. MARCO TEÓRICO

A. Revisión de la literatura

Se llevó a cabo una búsqueda sistemática y exhaustiva de artículos relevantes sobre el aprendizaje de idiomas, la comunicación y el trabajo en grupo, el diseño de aplicaciones móviles y los estándares de accesibilidad para discapacidad visual. Para ello, se utilizó las bases de datos de ACM, IEEE y Sibila (Universidad del Norte). La búsqueda se realizó utilizando una combinación cuidadosamente seleccionada de palabras clave y términos de búsqueda relacionados con los temas de interés.

Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión rigurosos para seleccionar los artículos más relevantes y se realizó una evaluación crítica de su calidad y relevancia para el estudio. En resumen, se realizó una búsqueda bibliográfica completa y detallada para asegurarse de que todos los artículos incluidos en el estudio fueran de alta calidad y adecuados para el propósito de la investigación. Esta información se encuentra resumida en la Tabla I.

Cuadro I: Tabla de filtros de búsqueda avanzada.

Criterios	Fuente		
	ACM DL (2020 - 2023) (Article)	IEEE Xplore	Sibila
1. English learning visual impairment	65,487	13	338
2. English learning public school colombia	72,792	13	198
3. Visual impairment e-learning	77,988	16	113
4. Teaching english application	83,851	692	1.832 (2020 - 2023) (Article)
5. English teaching visual impairment	36,882	5	149
6. English learning blindness	62,120	3	335
7. English teching colombia	14,532	0	4
8. English learning colombia middle school	70,357	0	27
9. Mobile application visual impairment	84,211	116	308

Continua en la siguiente página o columna

Cuadro I: Tabla de filtros de búsqueda avanzada. (Continua)

Criterios	Fuente		
	ACM DL (2020 - 2023) (Article)	IEEE Xplore	Sibila
10. Mobile application learning blindness	85,361	21	47

B. Marco conceptual

Para abordar la problemática, es fundamental establecer un marco conceptual de los elementos alrededor de los cuales esta gira. Los siguientes son los conceptos que se han identificado como centrales en la presente investigación:

- 1) Aprendizaje del inglés.
- 2) Discapacidad visual.
- 3) Accesibilidad.

1) *Aprendizaje del inglés*: Los procesos efectivos de aprendizaje del inglés requieren un desarrollo de competencias en la parte aprendiente (el estudiante). Carvajal Payán, 2019 habla de tres competencias fundamentales desde un enfoque comunicativo: la lingüística (gramática, vocabulario, pronunciación y ortografía), la sociolingüística (uso apropiado del idioma en diferentes situaciones) y la discursiva (organización y estructuración del lenguaje según el contexto).

Cárdenas et al., por su parte, hacen hincapié en que el aprendizaje de una segunda lengua requiere del desarrollo de habilidades tanto receptivas como productivas. Para estos autores el estudiante ha de ser capaz de escuchar y leer, por una parte, pero también de hablar y escribir, por otra.

Finalmente, todas las competencias tratadas van ligadas a una constante ampliación del vocabulario, tal y como lo manifiestan Hao et al., 2019, quienes ven el desarrollo del vocabulario en inglés como esencial para un correcto dominio del idioma. Así, tanto las habilidades receptoras y las productivas como el desarrollo del vocabulario forman parte de la competencia lingüística mencionada con anterioridad.

En suma, se habla de un aprendizaje positivo del inglés cuando la parte aprendiente desarrolla su capacidad de comunicación desde lo lingüístico, lo sociolingüístico y lo discursivo, donde la competencia lingüística es fundamental, pues engloba las habilidades receptoras y productivas, así como el desarrollo del vocabulario del estudiante.

2) *Discapacidad visual*: La *Clasificación Internacional de Enfermedades 11* (ICD-11) clasifica la gravedad de las distintas discapacidades visuales con base en la agudeza visual. Esta clasificación se presenta en la Tabla II. La notación estándar para medir la agudeza visual se expresa como una fracción, donde el numerador representa la distancia a la que se encuentra la persona que está siendo evaluada y el denominador representa la distancia a la que una persona con visión óptima podría distinguir la misma letra o símbolo.

Por ejemplo, una agudeza visual de 6/60, significa que los símbolos que esta persona puede ver a una distancia 6 metros podrían ser vistos a 60 metros por una persona con visión óptima.

Cuadro II
CLASIFICACIÓN DE DISCAPACIDAD VISUAL - ICD-11

Categoría	Agudeza visual (metros, decimales, pies y logMar)	Igual o mejor que:
	Peor que:	
Sin discapacidad visual	6/12	6/12
	5/10 (0.5)	5/10 (0.5)
	20/40	20/40
	0.3	0.3
1 Discapacidad visual leve	6/12	6/18
	5/10 (0.5)	3/10 (0.3)
	20/40	20/70
	0.3	0.5
2 Discapacidad visual moderada	6/18	6/60
	3/10 (0.3)	1/10 (0.1)
	20/70	20/200
	0.5	1.0
3 Discapacidad visual severa	6/60	3/60
	1/10 (0.1)	1/20 (0.05)
	20/200	20/400
	1.0	1.3
4 Ceguera	1/60	1/60
	3/60	a 1 metro
	1/20 (0.05)	1/50 (0.02)
	20/400	20/1200
5 Ceguera	1.3	a 1 metro
	1.8	1.8
	1/60	1/60
	1/50 (0.02)	Percepción de la luz
6 Ceguera	5/300 (20/1200)	
	1.8	
9	Sin percepción de luz	
Deterioro de la visión de cerca	No especificado	
	N6 o M 0.8 a 40 cms	

La categorización de la ICD-11 presenta 9 grados de discapacidad visual, que van desde la nula presencia de dificultad visual alguna hasta la no percepción de luz. En este sentido, el software propuesto se diseñó contemplando estos distintos niveles de ceguera, incluyendo herramientas de ayudas visuales y auditivas de acuerdo al nivel.

Otros autores como Lobo et al., 2020 hablan de las discapacidades visuales como una disminución de la capacidad visual, hasta un punto que causa problemas no manejables con los medios habituales. En la misma línea, Azmi et al., 2017 define al término discapacidad visual como aquella pérdida de visión que provoca dificultades para realizar las tareas diarias y que no puede ser corregida mediante el uso de anteojos. El autor incluye problemas de lectura, escritura, y realización de actividades de aprendizaje. Así, padecimientos como la miopía y el astigmatismo que pueden ser manejados con el uso de lentes no son considerados como discapacidades visuales relevantes para estos autores.

Finalmente, Kamaludin et al., 2010 abordan otros tipos de trastornos que afectan la visión. Dentro de estos, se destacan las deficiencias asociadas a la percepción de colores o dalto-

nismo. Los autores clasifican estos trastornos de la siguiente manera: deficiencias del rojo (protanopía y protanomalía), deficiencias del verde (deuteranopía y deuteranomalía), deficiencias del azul (tritanopía) y ausencia de color (acromatopsia [sic]). Estos padecimientos son abordados en detalle por la sociedad sin ánimo de lucro *Colour Blind Awareness* y se presentan en la Tabla III.

Cuadro III
TIPOS DE DEFICIENCIAS DE COLOR - *Colour Blind Awareness*

Deficiencia de percepción de color	Afecciones
Protanopía	Sensibilidad nula hacia la luz roja. El individuo no puede distinguir entre el rojo y el verde.
Protanomalía	Sensibilidad reducida hacia la luz roja. El individuo tiene dificultades para distinguir entre el rojo y el verde.
Deuteranopía	Sensibilidad nula hacia la luz verde. El individuo no puede distinguir entre el verde y el amarillo.
Deuteranomalía	Sensibilidad reducida hacia la luz verde. El individuo tiene dificultades para distinguir entre el verde y el amarillo.
Tritanopía	Sensibilidad nula hacia la luz azul. El individuo no puede distinguir entre el azul y el amarillo.
Tritanomalía	Sensibilidad reducida hacia la luz azul. El individuo tiene dificultades para distinguir entre el azul y el amarillo.
Acromatopsia	El individuo tiene dificultades para distinguir entre los colores.

Los investigadores están de acuerdo en que las discapacidades visuales abarcan un amplio rango de limitaciones en la capacidad visual, que van desde una pérdida parcial de la visión hasta la ceguera total. Además, la limitación no puede ser corregida con medios convencionales, como los lentes. Es relevante considerar los trastornos de la percepción del color, como el daltonismo, que se clasifican en deficiencias del rojo, verde, azul y dificultades para diferenciar todos los colores. Estas condiciones deben ser tomadas en cuenta para promover la inclusión y mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades visuales.

3) **Accesibilidad:** Es de vital importancia entender qué elementos abarca el concepto de la accesibilidad, pues es este uno de los pilares de la solución propuesta. Para Azmi et al., 2017, la accesibilidad se entiende desde la forma en la que las personas con una determinada discapacidad pueden acceder a ciertos sistemas, aplicaciones y sitios web. De acuerdo con los investigadores, esto envuelve aspectos sensoriales, físicos y cognitivos. Lo anterior va en consonancia con Neto et al., 2019, quienes hablan de la accesibilidad desde la facilidad para el uso de una aplicación, teniendo en cuenta condicionantes como la ceguera.

No obstante, la accesibilidad no es una característica inherente de la aplicación tecnológica en cuestión, sino que también depende del éxito que el usuario final tenga en su interacción con esta. Así lo proponen Kamaludin et al., 2010, quienes hablan de una accesibilidad basada en el desempeño del estudiante en el módulo, más allá de la accesibilidad desde

un punto de vista meramente técnico. Los autores señalan que se ha de apuntar a una accesibilidad para el aprendizaje a través del reconocimiento de las habilidades humanas en lo cognitivo, perceptivo y psicomotor.

Un gran referente en términos de estándares para soluciones móviles accesibles es la comunidad internacional World Wide Web Consortium (W3C). Esta resalta una serie de directrices para el diseño de aplicaciones móviles accesibles en su artículo “Mobile Accessibility: How WCAG 2.0 and Other W3C/WAI Guidelines Apply to Mobile”. Las siguientes son algunas de las técnicas que se resaltan en el artículo:

- 1) **Contraste:** Un contraste suficientemente alto entre el texto y los colores de fondo favorece la legibilidad a los usuarios con deficiencias visuales.
- 2) **Tamaño de letra:** Un tamaño de fuente adecuado permite a los usuarios con discapacidad visual leer el contenido cómodamente.
- 3) **Espaciado entre letras:** El uso de un espaciado adecuado entre letras puede mejorar la legibilidad para usuarios con ciertas discapacidades visuales.
- 4) **Orientación de la pantalla:** Diseñar interfaces que se adapten tanto a la orientación vertical como a la horizontal mejora la accesibilidad.
- 5) **Diseño y posicionamiento coherentes:** Mantener un diseño y posicionamiento coherentes de los elementos importantes de la página antes de desplazarse por ella, pues los usuarios con discapacidad a menudo dependen de estos para navegar por el contenido con eficacia.

En síntesis, el concepto de accesibilidad abarca diferentes aspectos sensoriales, físicos y cognitivos que permiten a las personas con discapacidad acceder a un producto tecnológico. La accesibilidad también debe abarcar el éxito del usuario final en su interacción con la aplicación, por lo cual, y en el marco de la presente investigación, esta interacción ha de ser medida con el usuario final. Finalmente, el cumplimiento de estándares y directrices, como los proporcionados por W3C, en el diseño de aplicaciones móviles accesibles, también contribuye a una mayor inclusión.

C. Antecedentes

Un primer estudio llevado a cabo por Cárdenas et al. destaca el desafío que enfrentan los maestros cuando enseñan inglés a estudiantes con problemas de ceguera. Los autores proponen el uso de tecnologías emergentes para fomentar la participación activa y autónoma en los estudiantes. Estas tecnologías incluyen dispositivos portátiles de visión artificial como OrCam MyEyes, lectores de pantalla como JAWS y NVDA y sintetizadores de texto a voz como Balabolka. El uso de estas herramientas posibilita a los estudiantes con dificultades visuales manejar el material educativo, motivándolos más a hacer parte del proceso de aprendizaje en el aula de clases, optimizando los tiempos requeridos para el desarrollo de las actividades y, en suma, logrando una mayor inclusión.

Si bien los lectores de pantalla mencionados por Cárdenas et al. son una herramienta muy útil, estos conllevan una curva de aprendizaje para el usuario. Además, estos no suelen estar

diseñados para leer múltiples idiomas a la vez, problema que puede ser muy recurrente en la enseñanza de una segunda lengua. Ante esta situación, Begazo y Durango, 2022 proponen un sistema de gestión de aprendizaje con un asistente de voz integrado. La aplicación desarrollada permite a los usuarios interactuar con los contenidos por medio de comandos de voz. Esta interacción abarca la navegación, generación de texto y selección de elementos, entre otras funciones. Los investigadores encontraron que la solución propuesta era más eficiente y efectiva en la enseñanza de lenguas extranjeras en comparación con las metodologías tradicionales.

Kamaludin et al., 2010 también abordan el problema anteriormente mencionado de los lectores de pantalla. Los autores indican que el sólo hecho de cambiar un formato de texto, video o animación por audios no implica necesariamente una mayor accesibilidad para el usuario, pues esto es solo un aspecto técnico en sí mismo. En su lugar, se debe medir la accesibilidad desde la experiencia del estudiante en lo cognitivo y lo perceptivo. En consecuencia, el éxito de las técnicas de accesibilidad implementadas deben ser evaluadas utilizando criterios de usabilidad.

Unos últimos referentes que han abordado la problemática son Neto et al., 2019, quienes diseñaron una versión accesible de un juego educativo ya existente. Los autores implementaron técnicas auditivas, entre las cuales se destacan las siguientes:

- 1) La ecualización entre los elementos del escenario a fin de garantizar la nitidez de los elementos centrales como los diálogos de personajes.
- 2) El uso del efecto de panoramización de audio, el cual consiste en distribuir los sonidos por los canales izquierdo y derecho de un campo estéreo. Esto permite a los usuarios que usan auriculares localizar mejor los elementos de la pantalla.

Estos antecedentes permiten evidenciar que el uso de tecnologías emergentes puede apoyar los procesos de aprendizaje de una segunda lengua, al mismo tiempo que posibilita la inclusión de estudiantes con problemas de visión. El uso de tecnologías emergentes como dispositivos portátiles de visión artificial, lectores de pantalla y sintetizadores de texto a voz puede mejorar la participación y autonomía de estos estudiantes en la enseñanza del inglés. Además, es importante evaluar la accesibilidad midiendo la experiencia de usabilidad del estudiante con la solución implementada.

VII. ARQUITECTURA LÓGICA DE LA SOLUCIÓN

La solución se basa en una arquitectura lógica robusta y flexible que estructura la aplicación móvil y plataforma web. Este diseño es el resultado de un análisis de las necesidades y requisitos de los usuarios, desde estudiantes hasta profesores.

A. Diagrama de componentes

La Figura 7 muestra el diagrama de componentes de la solución, ilustrando los módulos esenciales y su interrelación. Cada componente cumple con funciones cruciales en la operatividad de la aplicación. Cada elemento interno de un componente cumple una función específica y bien definida,

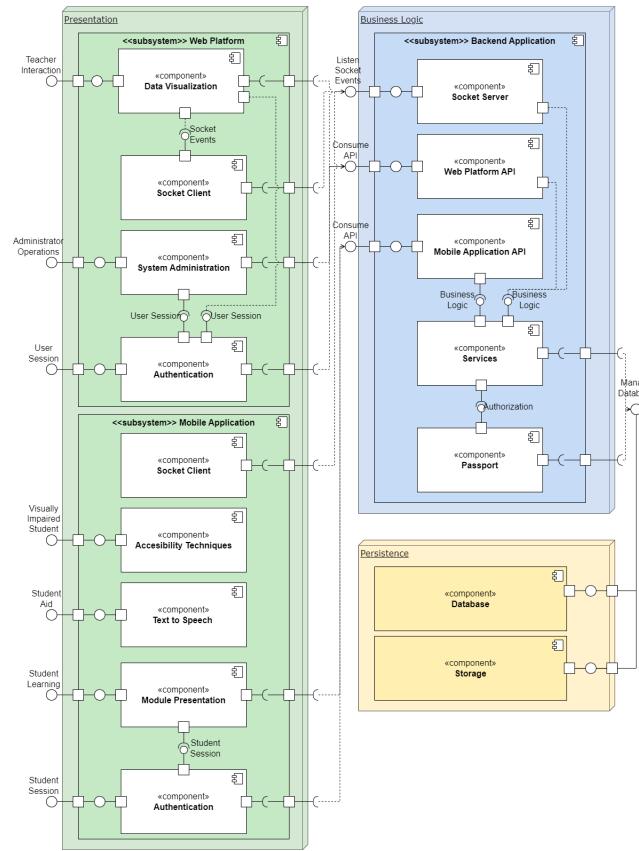


Figura 7. Diagrama de componentes

de manera que existe una alta cohesión, proporcionando así una mayor escalabilidad del proyecto.

Los componentes centrales abarcan el componente de presentación, que engloba tanto la aplicación móvil como la plataforma web; el componente de lógica de negocio, que encierra los servicios y la lógica que administran la solución en su conjunto; y, finalmente, el componente de persistencia, donde se almacenan todos los datos recolectados y esenciales para la operación del software. Esta arquitectura modular permite una mayor flexibilidad y escalabilidad, consiguiendo que la aplicación se ajuste y evolucione según las necesidades emergentes de los usuarios.

B. Modelo de datos

La Figura 8 presenta el diagrama lógico de la base de datos. Esta base de datos alberga toda la información requerida para el funcionamiento de la aplicación y la plataforma web, incluyendo datos de usuarios, módulos, preguntas, respuestas, calificaciones, progreso y más.

C. Diagrama de secuencia

Para proporcionar una visión clara del flujo de comunicación y la interacción entre los distintos componentes de la aplicación, se presentan a continuación diagramas de secuencia que representan los casos ideales para cada etapa de un módulo: Aprendizaje, Colaboración y Evaluación. Los componentes

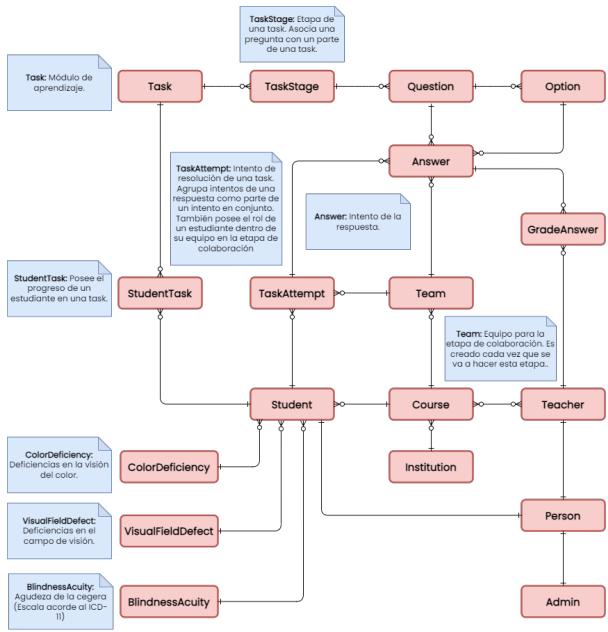


Figura 8. Modelo de datos

de la solución incluyen al Estudiante, la aplicación móvil, el servidor, la aplicación web y el Profesor.

1) *Aprendizaje*: En la Figura 9, se ilustra el diagrama de secuencia para la etapa de Aprendizaje. Este proceso comienza cuando el estudiante inicia la etapa de aprendizaje en la aplicación móvil. La aplicación móvil entonces solicita y recibe el contenido del módulo del servidor. El estudiante interactúa con este contenido a través de la aplicación, lo que permite el aprendizaje del material.

2) *Colaboración*: El diagrama de secuencia para la etapa de Colaboración se muestra en la Figura 10. Durante esta etapa, los estudiantes trabajan juntos a través de la aplicación móvil para completar las tareas de colaboración. La aplicación móvil y el servidor manejan la coordinación de estas tareas y facilitan la comunicación entre los estudiantes.

3) *Evaluación*: La Figura 11 presenta el diagrama de secuencia para la etapa de Evaluación. Aquí, el estudiante completa una evaluación en la aplicación móvil, que envía con cada pregunta los resultados al servidor. Los resultados son luego accesibles para el profesor a través de la aplicación web, permitiendo una evaluación del rendimiento del estudiante.

D. Arquitectura en capas

La Figura 12 presenta el diagrama de arquitectura en capas propuesta. Este diagrama refleja cómo el software está estructurado en distintas capas, cada una con funciones y responsabilidades específicas. Esta estructura en capas facilita la organización del software y mejora su mantenibilidad y escalabilidad.

Las capas principales representadas incluyen la capa de presentación, la capa de lógica de negocio y la capa de datos. La capa de presentación es la interfaz con la que interactúan los usuarios y está diseñada para ser intuitiva y accesible. La

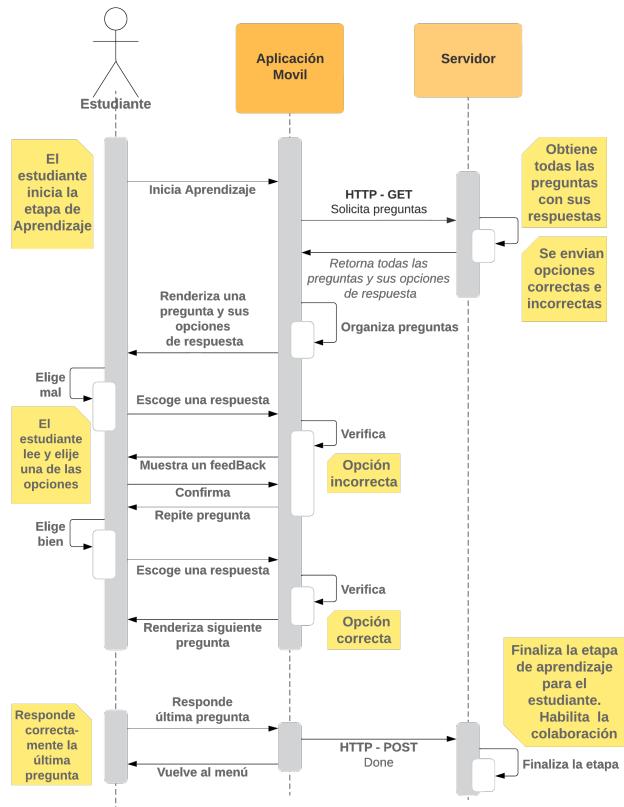


Figura 9. Diagrama de secuencia de la etapa de aprendizaje

capa de lógica de negocio contiene la lógica de aplicación principal y administra las operaciones de alto nivel, mientras que la capa de datos se encarga del almacenamiento de datos.

VIII. ARQUITECTURA FÍSICA DE LA SOLUCIÓN

La arquitectura de la aplicación de aprendizaje del inglés fue diseñada teniendo en cuenta la cantidad de usuarios concurrentes y los requerimientos para implementar una actividad en tiempo real, como en la etapa de Colaboración, donde los estudiantes trabajan en grupo. Para garantizar estabilidad con un alto número de usuarios, se adoptó la arquitectura propuesta por Microsoft Azure denominada Scalable web and mobile applications using Azure Database for PostgreSQL (Figura 13). Esta arquitectura permite desarrollar aplicaciones móviles y web rápidas y escalables para iOS, Android, Windows o Mac.

Con base en la arquitectura de referencia, se personalizó y adaptó la estructura para crear una arquitectura única y a medida para la solución. La arquitectura resultante se muestra en la Figura 14.

Para el desarrollo de la aplicación móvil, se empleó tecnologías como Expo, React Native y TypeScript. Expo y React Native son *frameworks* que permiten el desarrollo de aplicaciones móviles nativas utilizando JavaScript y ReactJS, lo que facilita la creación de interfaces de usuario consistentes y eficientes.

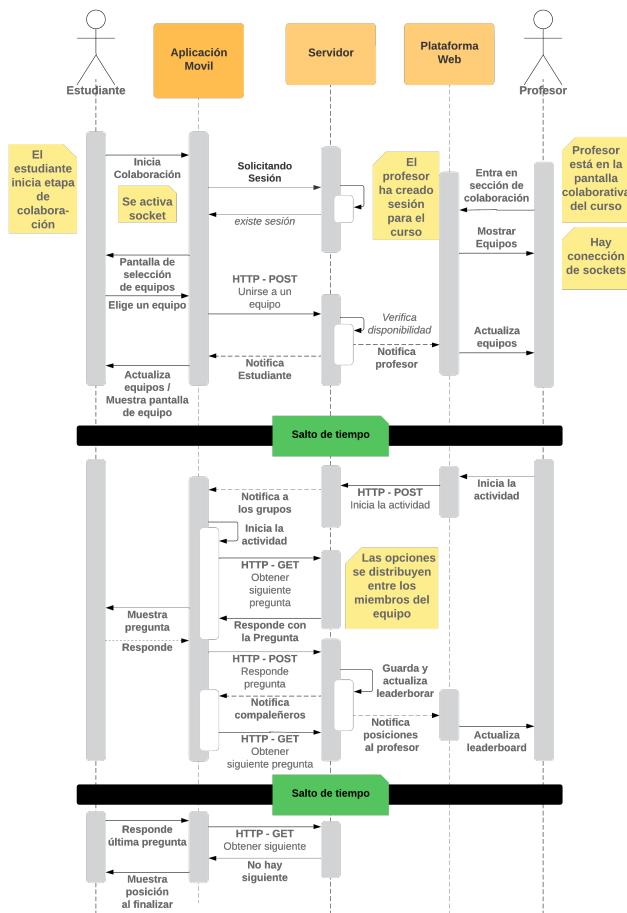


Figura 10. Diagrama de secuencia de la etapa de colaboración

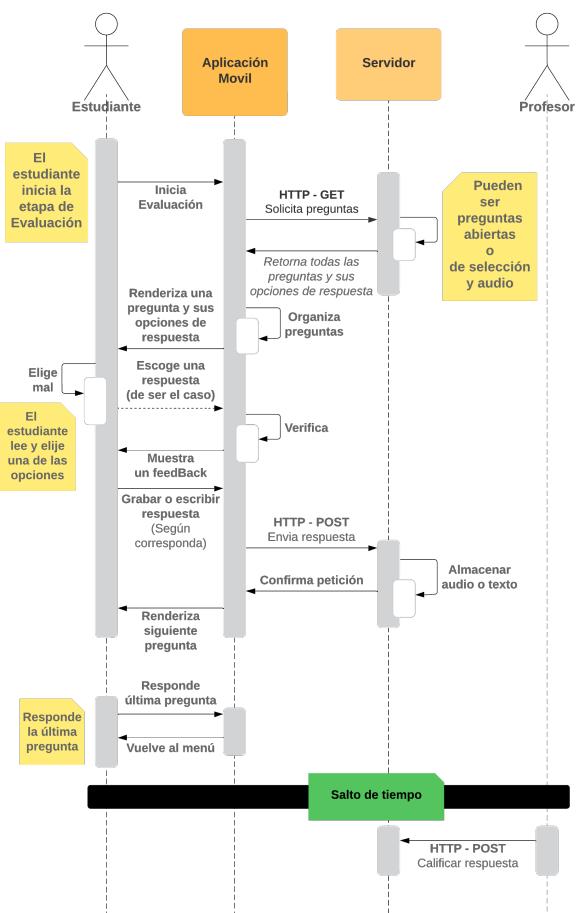


Figura 11. Diagrama de secuencia de la etapa de evaluación

En el caso de la plataforma web, se construyó utilizando ReactJS, Vite y TypeScript. ReactJS es una biblioteca de JavaScript para la construcción de interfaces de usuario, mientras que Vite hace que el desarrollo sea más rápido y eficiente. La plataforma web se aloja en GitHub Pages, un servicio que proporciona alojamiento gratuito para páginas web estáticas.

En lo que respecta al servidor, se seleccionaron Node.js, Express.js y Socket.io como las tecnologías principales. Node.js es un entorno de ejecución que permite ejecutar JavaScript en el servidor. Express.js es un marco de trabajo minimalista para Node.js, que simplifica enormemente la creación de APIs eficientes. Un aspecto fundamental del servidor es la utilización de colas en Node.js. Este enfoque orientado a eventos aporta un alto rendimiento y mejora la capacidad de manejar múltiples peticiones simultáneas sin sacrificar la velocidad o la eficiencia. Socket.io, por su parte, permite la comunicación en tiempo real, bidireccional y basada en eventos, lo que facilita una interacción fluida y dinámica entre el servidor y los clientes. La aplicación servidor se aloja en Railway, una plataforma que ofrece un despliegue escalable.

Vale la pena destacar el papel que desempeña TypeScript en toda la arquitectura. TypeScript es un *superset* de JavaScript que incorpora un sistema de tipos estático. Esta característica

mejora la legibilidad y fiabilidad del código, permitiendo la detección temprana de errores. Además, TypeScript permite establecer claros contratos entre las partes del sistema, lo cual es fundamental para mantener una base de código escalable.

La base de datos se implementó utilizando PostgreSQL, que destaca por su robustez y capacidad para manejar grandes volúmenes de datos. Esta se encuentra alojada en Render, un proveedor de servicios en la nube que ofrece una variedad de servicios de alojamiento y bases de datos.

Finalmente, para la gestión del almacenamiento de datos, se seleccionó Google Cloud Storage. Este servicio proporciona almacenamiento unificado y escalable, manejando con facilidad la creciente colección de datos, desde contenidos multimedia como imágenes y audios hasta los archivos de instalación de la aplicación móvil.

IX. PROTOTIPO

La solución implementada es un prototipo funcional que consta de dos aplicaciones de cara a los usuarios: una aplicación móvil destinada a los estudiantes y una plataforma web para los docentes. Ambos componentes interactúan dentro del mismo ecosistema, siguiendo el modelo Cliente-Servidor.

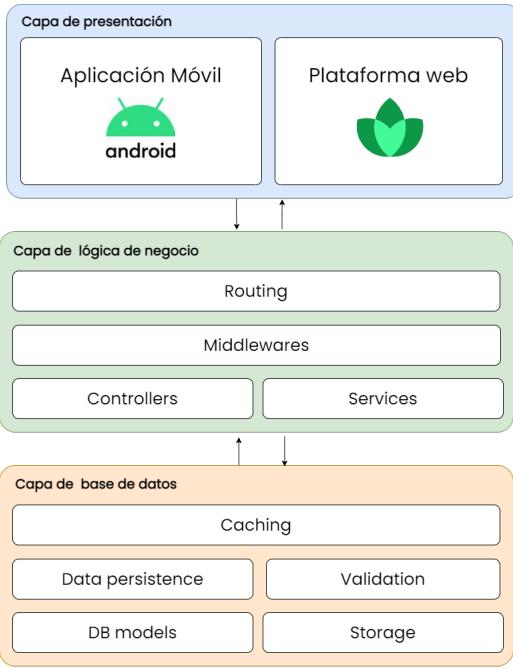


Figura 12. Diagrama de arquitectura en capas

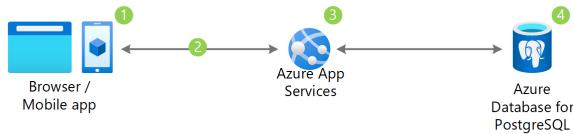


Figura 13. Arquitectura de referencia

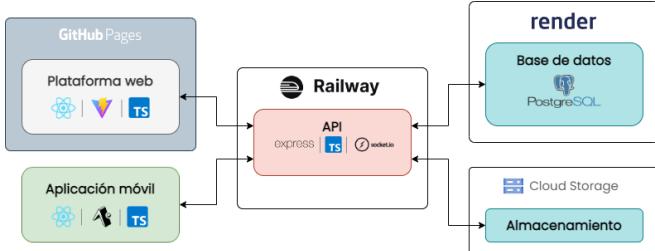


Figura 14. Arquitectura física del software

A. Aplicación móvil

La aplicación móvil, desarrollada principalmente para el entorno Android, puede ser descargada a través de un archivo *apk* accesible desde la *Landing Page* de la plataforma web, que se muestra en la Figura 25.



Figura 15. Login

Para utilizar la aplicación, los estudiantes necesitarán ingresar las credenciales que les proporcionará su profesor a cargo. La pantalla de inicio de sesión (Figura 15) incorpora los siguientes componentes:

- 1) Campo para introducir el nombre de usuario.
- 2) Campo para introducir la contraseña.
- 3) Botón para iniciar sesión.
- 4) Botón para desplegar opciones de accesibilidad. Este botón es un estándar conocido como *Universal Access Icon* y se mantiene presente a lo largo de toda la aplicación a fin de facilitar el acceso a las opciones de accesibilidad. Estas opciones se detallan más adelante en la Figura 16.



Figura 16. Opciones de accesibilidad

En la Figura 16 se presentan las opciones de accesibilidad implementadas para asistir a estudiantes con limitaciones visuales. Estas ayudas fueron diseñadas con base en las directrices del W3C para la accesibilidad móvil. Las opciones de accesibilidad son de tipo visual y su uso se muestra en la Figura 17. Cada funcionalidad se detalla a continuación:

- 1) **Alto contraste:** Esta opción aumenta el contraste para facilitar la identificación y diferenciación de los elementos visuales en pantalla. El tema oscuro resultante minimiza

la incomodidad para los usuarios con sensibilidad ocular elevada.

- 2) **Agrandar texto:** Esta función permite incrementar el tamaño de la fuente, lo cual facilita la identificación de letras que, en su tamaño original, pueden ser demasiado pequeñas para algunas personas.
- 3) **Fuentes legibles:** Esta opción permite a los usuarios cambiar el tipo de fuente entre *Poppins* (predeterminada), *Roboto* y *Ubuntu*, las cuales pueden ser más amigables para personas con discapacidades visuales no muy graves.
- 4) **Aumentar espacio:** Esta función permite incrementar el espacio entre las letras, facilitando así la identificación de las mismas y la formación de frases para los usuarios con discapacidades visuales leves.

Las opciones de accesibilidad descritas pueden combinarse entre sí y están diseñadas para asistir déficits visuales hasta un grado moderado (ver Tabla II).

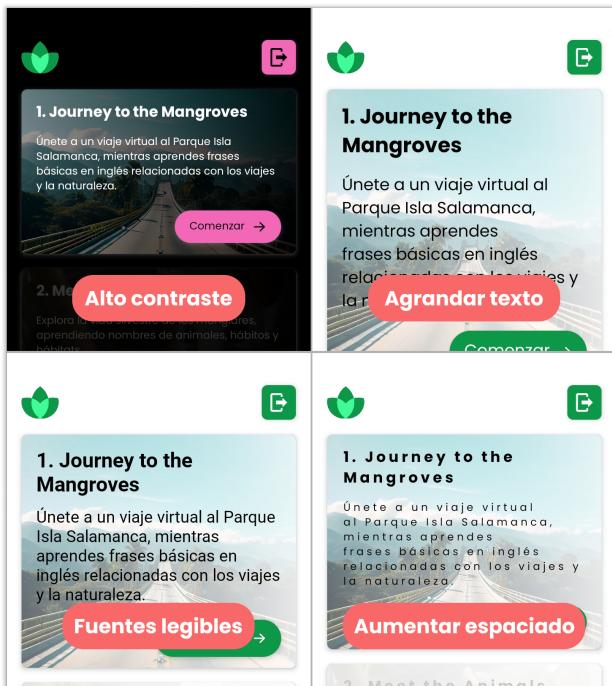


Figura 17. Opciones de accesibilidad

Dado que las opciones de accesibilidad no cubren discapacidades visuales de un alto grado, se implementaron ayudas de tipo auditivas basadas en la herramienta Talkback en el caso de Android y VoiceOver en el caso de iOS. Este último no se abordará, puesto que el sistema operativo más utilizado dentro de la población objetivo es Android, aunque su funcionamiento es similar al del Talkback.

El uso del Talkback permite a los usuarios conocer e interactuar con los elementos de la pantalla del dispositivo mediante asistencia auditiva. Así pues, el aplicativo móvil fue diseñado para trabajar de la mano con esta herramienta. Para lograrlo, se integran descripciones de los principales elementos en pantalla: descripciones de los módulos, enunciados de las

preguntas, descripciones de las imágenes de las preguntas, entre otros. Dichas descripciones son llevadas a la herramienta Talkback, la cual se encarga de proporcionar la lectura del contenido a los estudiantes.

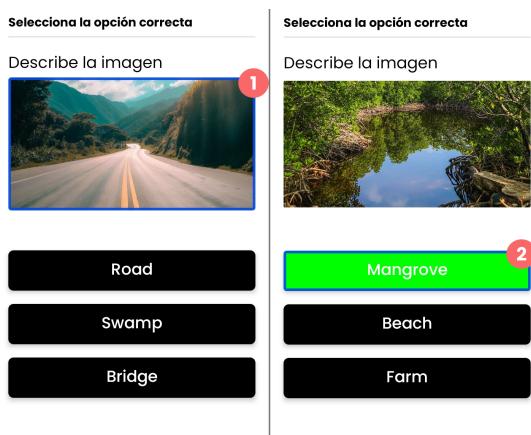


Figura 18. Talkback: (1) lectura de imagen y (2) selección de respuesta

La Figura 18 ilustra la funcionalidad de Talkback en acción. Cuando el usuario selecciona una región específica de la pantalla (delimitada por el contorno azul rectangular), el asistente proporciona una descripción verbal del contenido. Talkback permite una variedad de gestos táctiles para seleccionar y leer estos componentes, así como para interactuar con ellos. La eficacia de esta herramienta depende en gran medida de la familiaridad del usuario con su funcionamiento. Por esta razón, es esencial proporcionar a los estudiantes con discapacidades visuales una formación adecuada sobre cómo usar esta herramienta antes de la introducción de la aplicación. Este entrenamiento es fundamental para minimizar posibles dificultades y asegurar el éxito en el proceso de aprendizaje.

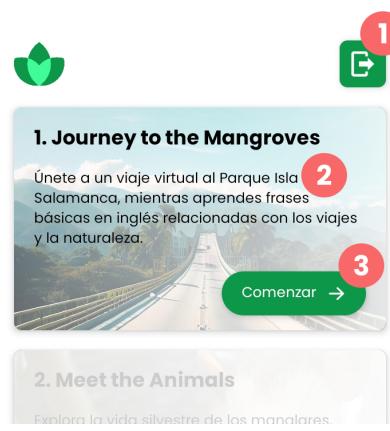


Figura 19. Pantalla de inicio con los módulos de estudio

Una vez iniciada la sesión, el estudiante dispondrá de la lista de módulos disponibles (Figura 19). Cada módulo se habilita al completar satisfactoriamente el anterior. En esta vista se observan los siguientes elementos:

- 1) Botón para cerrar sesión.

- 2) Descripción del módulo de estudio.
- 3) Botón para entrar al módulo.



Figura 20. Módulo de estudio

Una vez seleccionado un módulo de estudio (Figura 20), se presentará una vista detallada del mismo en la que se incorporan los siguientes elementos:

- 1) Botón para regresar a la lista de módulos.
- 2) Palabras clave y tópicos que serán abordados en el módulo.
- 3) Descripción extendida del módulo.
- 4) Botón para iniciar el módulo mediante la fase de Aprendizaje. A esta fase le siguen la de Colaboración (“Actividad grupal” en la imagen) y Evaluación en ese orden. Ambas se habilitan una vez que la anterior haya sido completada.

La Figura 21 ilustra una serie de preguntas representativas de la fase de Aprendizaje. Cada pregunta está diseñada para poner a prueba y reforzar una habilidad específica:

- 1) La primera pregunta se centra en la habilidad de comprensión auditiva del inglés.
- 2) La segunda pregunta se centra en el dominio gramatical del estudiante, particularmente en el uso de preposiciones.
- 3) La tercera pregunta está diseñada para evaluar y reforzar el vocabulario.
- 4) La cuarta pregunta pone a prueba la capacidad de expresión oral en inglés.
- 5) La quinta pregunta combina escucha y gramática, enfocándose en el uso de preposiciones.
- 6) La sexta pregunta evalúa la habilidad de inferencia, solicitando al estudiante que complete una frase en inglés.

En caso de una respuesta incorrecta, el sistema proporciona retroalimentación didáctica para ayudar al estudiante

Figura 21. Preguntas pertenecientes a la fase de Aprendizaje

a entender su error y corregir su respuesta. Sin embargo, esta funcionalidad no se aplica a las respuestas que requieren habilidades de habla.

La Figura 21 ilustra los componentes clave de las preguntas de la fase de Aprendizaje:

- 1) Botón de salida: permite al usuario abandonar la fase de Aprendizaje y regresar a la vista del módulo.
- 2) Barra de progreso: muestra el avance del usuario dentro de la fase de Aprendizaje.
- 3) Botón de reproducción de audio: permite al usuario escuchar el audio de la pregunta, esencial en las tareas que involucran escucha.
- 4) Opciones de respuesta: proporciona las posibles respuestas a la pregunta actual.
- 5) Enunciado de la oración: presenta la oración en inglés que el usuario debe formar.
- 6) Zona de construcción de oraciones: aquí es donde el usuario coloca las palabras para formar la oración. Al seleccionar una palabra, esta regresa a la zona marcada con el numeral 7.
- 7) Área de selección de palabras: contiene las palabras que el usuario puede elegir para formar la oración. Al seleccionar una palabra, esta se mueve a la zona marcada con el numeral 6.
- 8) Flashcard: muestra una imagen, por un lado, y una palabra por el otro, que puede o no corresponder a la imagen.
- 9) Botón de verdadero: el usuario lo selecciona si considera que la imagen y la palabra en la Flashcard corresponden.
- 10) Botón de falso: el usuario lo selecciona si considera que la imagen y la palabra en la Flashcard no corresponden.

- 11) Enunciado a repetir: presenta la oración que el usuario debe repetir.
- 12) Barra de audio: reproduce la pronunciación correcta de la oración.
- 13) Botón de grabación: permite al usuario grabar su pronunciación de la oración.
- 14) Oración con espacio en blanco: presenta una oración con un espacio en blanco que el usuario debe llenar correctamente.

Estos elementos se diseñaron pensando en la facilidad de uso y en proporcionar una experiencia de aprendizaje efectiva y agradable.

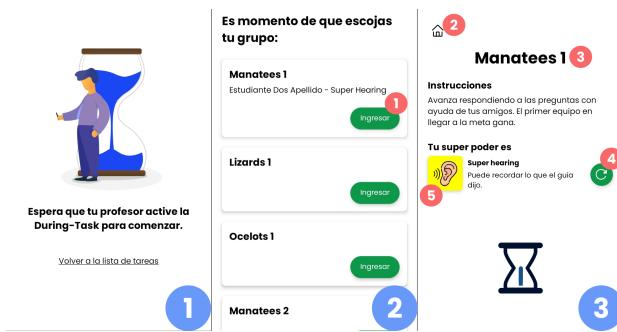


Figura 22. Fase de Colaboración: pantalla de espera, selección de equipo y pantalla de espera final

La Figura 22 ilustra las tres etapas iniciales de la fase de Colaboración, presentadas de izquierda a derecha, como lo indican los numerales en azul. En la primera etapa, el estudiante queda a la espera de la activación de la sesión de su curso, una responsabilidad que recae sobre el profesor. Posteriormente, en la segunda etapa, el estudiante tiene la oportunidad de visualizar los equipos existentes y sus respectivos integrantes, lo cual le permite seleccionar e ingresar a uno de ellos. Finalmente, en la tercera etapa, el estudiante se mantiene a la espera hasta que el profesor da la señal de inicio, asegurando que todos los equipos comiencen la actividad al mismo tiempo.

Los componentes de la Figura 22, destacados en rojo, son los siguientes:

- 1) Botón de ingreso al equipo: Cada equipo está diseñado para albergar un máximo de tres estudiantes.
- 2) Botón de salida: Este permite al estudiante abandonar el equipo actual y volver a la pantalla de selección de grupos.
- 3) Nombre e instrucciones del equipo: Aquí se muestra el nombre del equipo, junto con las instrucciones para la colaboración efectiva.
- 4) Solicitar cambio aleatorio de habilidad: El estudiante puede usar este elemento para solicitar un cambio aleatorio en su habilidad asignada.
- 5) Visualización de habilidad asignada: Aquí, el estudiante puede ver la habilidad que se le ha asignado para la actividad.

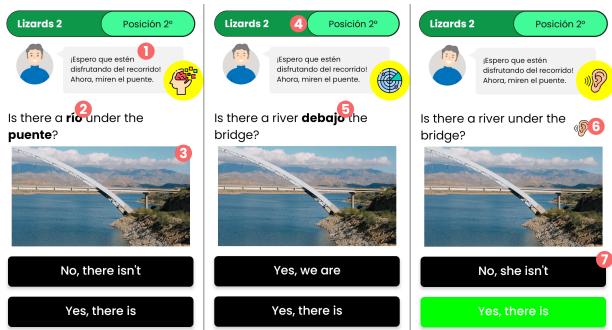


Figura 23. Pregunta de la fase de Colaboración vista desde cada rol

La Figura 23 proporciona un vistazo a una pregunta típica de la fase de Colaboración, desde la perspectiva de cada miembro de un equipo compuesto por tres estudiantes. Cada estudiante se distingue por una habilidad única, tal y como se detalla en la Figura 5 en la sección de Metodología. Siguiendo un orden de izquierda a derecha, las habilidades representadas en la imagen corresponden a Memory Pro, Super Radar y Super Hearing.

En este escenario, los estudiantes están llamados a aplicar estas habilidades y a entablar comunicación efectiva para alcanzar un consenso respecto a la respuesta correcta. Una vez que eligen una respuesta, todos los miembros del equipo avanzan simultáneamente a la pregunta siguiente. Las respuestas incorrectas serán reexaminadas al final, hasta que al menos $n - 1$ preguntas (siendo n el número total de preguntas) hayan sido respondidas correctamente.

Esto pone de manifiesto el enfoque colaborativo de la actividad, en la que los estudiantes deben trabajar en conjunto para superar los desafíos presentados y avanzar juntos en su aprendizaje.

En la Figura 23 se incorporan los siguientes componentes:

- 1) Personaje guía: Este personaje tiene la función de proporcionar el contexto de la pregunta a los estudiantes, facilitando su comprensión con la pregunta.
- 2) Habilidad Memory Pro: Esta herramienta se utiliza para traducir sustantivos y se activa al tocar sobre las palabras que se resaltan en negrita.
- 3) Imagen asociada: La imagen proporciona una representación visual que está estrechamente ligada a la pregunta, sirviendo como un apoyo adicional para los estudiantes.
- 4) Nombre y posición del equipo: Este componente muestra el nombre del equipo y su posición actual en la competencia del curso, proporcionando una visión clara del progreso y el rendimiento del equipo.
- 5) Habilidad Super Radar: Esta es una herramienta útil para traducir preposiciones. Al igual que la habilidad Memory Pro, se activa al tocar las palabras en negrita.
- 6) Habilidad Super Hearing: Esta habilidad permite a los estudiantes escuchar una pista sobre la pregunta. Se activa al tocar el ícono correspondiente a esta habilidad.
- 7) Opciones de respuesta: Aquí se presentan las posibles respuestas a la pregunta. Cada uno de los tres estudiantes

recibe dos opciones, entre las cuales solo una es la respuesta correcta. De esta manera, los estudiantes deben colaborar y discutir para llegar al consenso sobre cuál es la opción correcta y avanzar en la actividad.



Figura 24. Preguntas pertenecientes a la fase de Evaluación

La Figura 24 despliega una serie de preguntas pertenecientes a la etapa de Evaluación. Esta fase pone a prueba dos competencias primordiales: el habla y el escritura.

En cuanto a las preguntas de producción oral, el estudiante debe seleccionar la respuesta que considere correcta y grabar un audio de al menos 5 segundos, en el que pronuncie tanto la pregunta como la respuesta elegida. En caso de seleccionar una opción incorrecta, se le brinda la oportunidad de optar por la alternativa restante y proceder a grabar su audio. Cabe destacar que sólo se conservará en el sistema la primera opción que el estudiante seleccionó.

En el caso de las preguntas de escritura, el estudiante debe redactar su respuesta.

En esta etapa, el estudiante tiene en todo momento la posibilidad de interrumpir el proceso y reiniciarlo. No obstante, las respuestas enviadas previamente se conservarán en el sistema. Los resultados de esta etapa de Evaluación estarán disponibles para la revisión del docente del curso a través de la plataforma web.

Los componentes que se encuentran en la Figura 24 son los siguientes:

- 1) Personaje guía: Este personaje plantea la pregunta al estudiante, proporcionando un contexto amigable y lúdico.
- 2) Opciones de respuesta: Aquí se despliegan las posibles respuestas a la pregunta formulada.
- 3) Instrucciones de la pregunta: Este componente proporciona las directrices necesarias para responder adecuadamente a la pregunta.
- 4) Botón para grabar audio: Este botón es necesario para las preguntas que implican habla. La respuesta se envía automáticamente una vez que la grabación del audio finaliza y cumple con la duración mínima requerida.
- 5) Área de texto: Este espacio está destinado para la redacción de la respuesta en las preguntas que involucran escritura.
- 6) Botón para enviar la respuesta: Este botón permite al estudiante enviar su respuesta redactada para las preguntas de escritura.

B. Plataforma web

La plataforma web se configura como un instrumento esencial en el ecosistema de aprendizaje. Diseñada específicamente para los docentes del curso, esta plataforma les permite acompañar en la fase de Colaboración en tiempo real. Además, brinda la oportunidad de revisar y evaluar los resultados obtenidos por los estudiantes en la fase de Evaluación, facilitando un seguimiento pedagógico eficaz y eficiente.



Figura 25. Página de inicio (*Landing page*)

La Figura 25 presenta la Página de Inicio o *Landing Page*. Esta página es la ventana de entrada al proyecto y proporciona información esencial sobre el mismo. Los componentes principales de la *Landing Page* se detallan de la siguiente manera:

- 1) Botón de “Nuestro equipo”: dirige al usuario a una página donde se presentan los miembros que componen el equipo del proyecto y las partes interesadas.
- 2) Botón de “Aprende más”: enlaza a una sección que ofrece información detallada sobre el impacto social y los objetivos del proyecto.
- 3) Botón de inicio de sesión de profesor: proporciona acceso a la plataforma de gestión docente.
- 4) Botón de descarga de la aplicación: permite descargar el archivo APK para la instalación de la aplicación móvil en dispositivos con sistema operativo Android.
- 5) Botón de acceso a la versión web básica de la aplicación: ofrece una alternativa accesible desde el navegador para aquellos usuarios que prefieran o necesiten utilizar la aplicación para estudiantes en un formato web.

La Figura 26 muestra la interfaz de acceso para los docentes. Esta pantalla, diseñada de manera clara y sencilla para facilitar el inicio de sesión, consta de los siguientes componentes:

- 1) Campo de “Nombre de usuario”: espacio destinado a la introducción del identificador único del docente.
- 2) Campo de “Contraseña”: área reservada para ingresar la clave de seguridad personal.
- 3) Botón de “Iniciar sesión”: al presionarlo, se verifica la información introducida y, si es correcta, se concede acceso al sistema.

Esta pantalla de acceso garantiza que solo los docentes autorizados puedan ingresar a la plataforma y gestionar sus respectivos cursos.



Figura 26. Inicio de sesión



Figura 27. Página de inicio de profesor

La Figura 27 ilustra la pantalla principal diseñada para los docentes. Esta pantalla, que actúa como punto central de navegación para las diversas funcionalidades de la plataforma, cuenta con los siguientes elementos:

- 1) Menú de navegación lateral: permite un acceso rápido y sencillo a las secciones más importantes de la plataforma. Este menú permanece constante en todas las páginas de la interfaz del docente para facilitar la navegación.
- 2) Ícono de “Inicio”: lleva al docente a esta pantalla principal desde cualquier otra página de la plataforma.
- 3) Ícono de “Cursos”: dirige al docente a la lista de cursos que actualmente está supervisando.
- 4) Ícono de “Módulos”: proporciona acceso a la lista de módulos de aprendizaje disponibles en la plataforma.
- 5) Ícono de “Cerrar sesión”: permite al docente cerrar su sesión de forma segura cuando haya terminado de utilizar la plataforma.

Esta pantalla principal se diseñó pensando en la comodidad del docente, con el objetivo de proporcionar un acceso eficiente a las herramientas y recursos más importantes.

La Figura 28 ilustra la pantalla de listado de cursos, que proporciona un panorama general de los cursos que el docente está supervisando. Esta pantalla incorpora varios componentes clave, diseñados para facilitar la gestión y organización de los cursos:

- 1) Submenú de cursos: una lista lateral que permite al docente alternar entre sus cursos con facilidad.



Figura 28. Listado de cursos

- 2) Entradas del curso: cada curso que el docente está supervisando aparece en este submenú, permitiendo un acceso rápido a la información y herramientas específicas del curso.
- 3) Barra de información: presenta datos relevantes de la institución educativa a la que pertenece el docente.
- 4) Formulario de registro de curso: proporciona una interfaz intuitiva para la creación rápida de nuevos cursos.
- 5) Campo del nombre del curso: permite al docente ingresar el nombre del nuevo curso que desea registrar.
- 6) Botón de confirmación: finaliza el proceso de registro del nuevo curso cuando se presiona, creando el curso y añadiéndolo al submenú de cursos.

Este diseño busca simplificar la gestión de los cursos, haciendo que la supervisión de varios cursos sea más manejable para el docente.

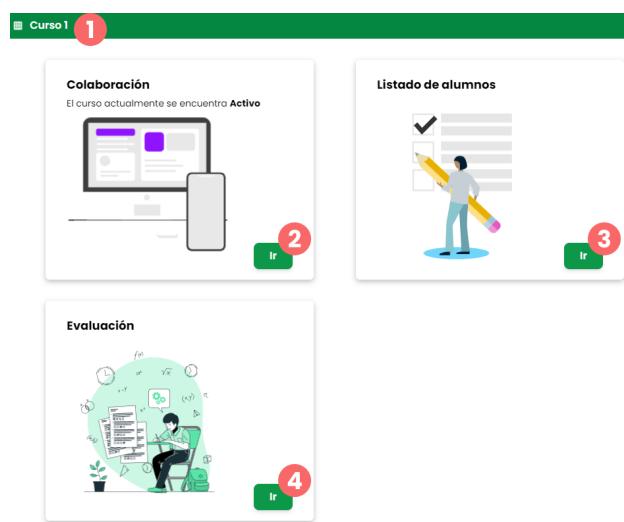


Figura 29. Curso

La Figura 29 muestra la pantalla de descripción detallada de un curso específico, que proporciona al docente acceso directo a varios aspectos clave de la gestión del curso. Los elementos de esta pantalla se presentan a continuación:

- 1) Título del curso: una barra muestra el nombre del curso, proporcionando una referencia visual inmediata.

- 2) Botón de Acceso a la Colaboración: permite al docente acceder a la sección de Colaboración (actividad grupal) donde puede supervisar la etapa.
- 3) Botón de Acceso a la Lista de Alumnos: proporciona un acceso directo a la lista de estudiantes inscritos en el curso.
- 4) Botón de Acceso al Módulo de Evaluación: conduce al docente al módulo de Evaluación, donde puede revisar y calificar las respuestas de los estudiantes.

Listado de alumnos			
Registrar estudiante			
	Usuario	Teléfono	Acción
 Apellido Estudiante1	student1	+57 3001231234	 
 Apellido Estudiante2	student2	+57 3001231234	 
 Apellido Estudiante3	student3	+57 3001231234	 

Figura 30. Listado de estudiantes

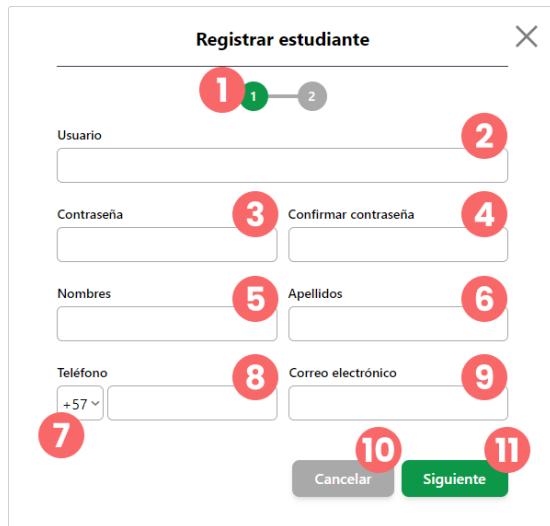
La Figura 30 muestra la vista del listado de estudiantes de un curso. Este diseño simplificado permite al docente realizar la gestión esencial de los registros de los estudiantes, incluyendo la creación, actualización y eliminación de registros. En el contexto del prototipo actual, esta facultad o poder conlleva una gran responsabilidad, ya que el docente es el encargado de asignar y modificar datos sensibles como las contraseñas, las cuales no pueden ser actualizadas por los estudiantes a través de la aplicación móvil. Los elementos de esta vista incluyen:

- 1) Botón para registrar nuevo estudiante.
- 2) Botón para actualizar información del estudiante en cuestión.
- 3) Botón para remover registro de estudiante.

Al optar por crear un registro de estudiante, el docente se encontrará con un formulario en dos partes para ingresar la información relevante. La Figura 31 muestra la primera parte de este formulario, que incluye:

- 1) Pasos de llenado del formulario.
- 2) Campo para nombre de usuario.
- 3) Campo para contraseña.
- 4) Campo para confirmación de contraseña.
- 5) Campo para nombres.
- 6) Campo para apellidos.
- 7) Selector de código de país para número de teléfono (opcional).
- 8) Número de teléfono (opcional).
- 9) Correo electrónico (opcional).
- 10) Botón para cancelar el proceso de registro.
- 11) Botón para continuar al siguiente paso del formulario.

La Figura 32 muestra la segunda parte del formulario, que incluye:



Este formulario es la primera parte del proceso de registro de un estudiante. Se divide en tres secciones principales:

- Sección 1:** Contiene campos para "Usuario" (1) y "Contraseña" (3). Los campos están numerados (2) para indicar el orden de llenado.
- Sección 2:** Contiene campos para "Nombres" (5) y "Apellidos" (6), ambos con sus respectivos campos para "Confirmar contraseña" (4) y "Corro electrónico" (9).
- Sección 3:** Contiene un campo para "Teléfono" (7) que incluye un selector de código de país (+57) y un botón para "Siguiente" (11).

Botones de acción: "Cancelar" (10) y "Siguiente" (11).

Figura 31. Registro de estudiantes



Este formulario es la segunda parte del proceso de registro de un estudiante. Se divide en tres secciones principales:

- Sección 1:** Contiene un selector para "Agudeza de la ceguera" (1).
- Sección 2:** Contiene un selector para "Deficiencia de percepción de color" (2).
- Sección 3:** Contiene un selector para "Defecto del campo visual" (3).

Botones de acción: "Cancelar" (7) y "Finalizar" (8).

Figura 32. Registro de estudiantes

- 1) Selector de tipo de agudeza de la ceguera (ver Tabla II para más información) en caso de que aplique.
- 2) Selector de tipo de deficiencia de percepción de color en caso de que aplique (ver Tabla III para más información).
- 3) Selector de tipo de defecto en el campo visual en caso de que aplique.
- 4) Botón para enviar formulario.

Este diseño de formulario en dos partes ayuda a mantener la claridad y simplicidad, a la vez que recoge la información esencial necesaria para el registro de los estudiantes.

La sección de colaboración es una herramienta esencial que permite al docente crear una sesión en el curso, la cual habilita la etapa de Colaboración en la aplicación móvil para los estudiantes. Una vez que el curso se encuentra activo, la interfaz mostrada en la Figura 33 se hace disponible. Esta interfaz está diseñada para facilitar el seguimiento y supervisión.

El curso actualmente se encuentra **Activo** (1). Hay un botón **Terminar** (2) y uno **Iniciar** (3). Un selector (4) para seleccionar una tarea. La lista de equipos incluye:

- Ocelots 1: Estudiante4 Apellido
- Seagulls 1: Estudiante2 Apellido
- Ocelots 2: Estudiante3 Apellido
- Hummingbird 1: Estudiante1 Apellido

Un botón '+' (6) para crear nuevos equipos.

Figura 33. Etapa de Colaboración

sión del aprendizaje por parte del docente. Los componentes principales de esta vista son:

- 1) Estado actual del curso (activo).
- 2) Botón para terminar la sesión del curso. Los estudiantes que se encuentren en la fase de Colaboración verán terminada la actividad en la aplicación móvil.
- 3) Botón para dar la señal de inicio una vez que los estudiantes hayan elegido sus equipos. Permite que todos los estudiantes comiencen al mismo tiempo. También permite entrar a la actividad a aquellos estudiantes que presenten alguna demora o dificultad para entrar a la misma.
- 4) Selector de módulo de aprendizaje a visualizar. Permite filtrar equipos de acuerdo al módulo que están realizando en el momento.
- 5) Listado de equipos con sus estudiantes y las habilidades de los mismos dentro del equipo. Estos son creados automáticamente por el sistema en la medida en que sean necesarios.
- 6) Botón para crear nuevos equipos en caso de que el sistema no los genere automáticamente.

El curso actualmente se encuentra **Activo** (1). Hay un botón **Terminar** (2) y uno **Iniciar** (3). La clasificación (Leaderboard) es:

Rank	Equipo	Puntaje
1º	Seagulls 1	
3º	Ocelots 1	
2º	Hummingbird 1	
4º	Ocelots 2	

Figura 34. Leaderboard

La Figura 34 muestra el Tablero de Clasificación para la actividad en curso. Este tablero refleja en tiempo real el progreso de cada equipo, evaluado en términos de la rapidez y precisión con la que los equipos responden al mayor número posible de preguntas. Los elementos relevantes de esta vista son:

- 1) Botón para dar una nueva señal de inicio. Permite entrar a la actividad a aquellos estudiantes que presenten alguna

demora o dificultad.

- 2) Selector de módulo de aprendizaje. Es el componente que habilita el presente Tablero de Clasificación al realizar un filtro de los equipos según el módulo que están realizando.
- 3) Tablero de Clasificación. Muestra de forma gráfica las posiciones de los equipos en la etapa de Colaboración del módulo de aprendizaje seleccionado.

Noveno - Evaluación (1). La tabla titulada "Listado de envíos" muestra los siguientes datos:

ID de envío	Estudiante	Task	Fecha de inicio	Acción
29	Star Apellido1	Journey to the Mangroves	12/5/2023, 14:40:38	Ver (3)
28	Astronaut Apellido1	Journey to the Mangroves	12/5/2023, 14:39:26	Ver
26	Ninja Apellido1	Journey to the Mangroves	12/5/2023, 14:38:00	Ver
25	Astronaut Apellido1	Journey to the Mangroves	12/5/2023, 14:37:53	Ver

Página 1 de 2 << << >> >> Mostrar 10 (5)

Figura 35. Revisión de envíos para evaluación

El módulo de evaluación comienza con la revisión de los envíos más recientes de los estudiantes. Un envío comprende las respuestas que un estudiante ha proporcionado durante la etapa de Evaluación. Esta información se resume en la Figura 35, que incluye los siguientes elementos:

- 1) Cinta con información general del curso.
- 2) Tabla con los envíos ordenados por fecha. Posee el ID del envío, el estudiante que realizó la fase de Evaluación, la task o módulo desarrollado y la fecha de realización.
- 3) Enlace en cada registro de la tabla para la visualización en detalle del mismo y su posterior calificación.
- 4) Opciones de navegación entre páginas de la tabla.
- 5) Selector de número de registros a visualizar por página de la tabla.

Envío de actividad #22 (1). Detalles: Envío por: Dreamer Apellido1 (2), Nota: 87.3/100 (3), Task: Journey to the Mangroves, Fecha de envío: 12/5/2023, 14:34:08 (4).

Datos del envío:

- Pregunta 1 (5): ¡Hemos llegado al final! Revisemos lo aprendido con unas preguntas. Are there boats next to the road?
 - Respuesta 1 (6): Opción marcada: Yes, there are. ✓ (7)
 - Opción correcta: Yes, there are. (8)
- Evaluación: Pregunta 1 - Respuesta 1 (9), Calificación: 92 / 100 (10), Comentarios: Buen trabajo. (11)
- Pregunta 2: What is there over the river?
 - Respuesta 1: Opción marcada: A bridge ✓ (12)
 - Opción correcta: A bridge

Figura 36. Evaluación

La interfaz mostrada en la Figura 36 contiene la información en detalle del envío seleccionado. Esta interfaz permite realizar una valoración de cada respuesta realizada por el estudiante para obtener una nota global promediada del envío. A continuación se abordan los componentes de la interfaz:

- 1) Barra con información detallada del envío.
- 2) Nombre del estudiante autor del envío.
- 3) Calificación promedio actual basada en la calificación de cada respuesta.
- 4) Información adicional sobre el envío, incluyendo el módulo desarrollado y la fecha del envío.
- 5) Lista de preguntas de la etapa de Evaluación respondidas por el estudiante.
- 6) Lista de respuestas realizadas por el estudiante para cada pregunta. Cada respuesta posee un elemento de *Radio Button* seleccionable, el cual permite elegir la respuesta a evaluar.
- 7) Respuesta seleccionada por el estudiante y respuesta correcta.
- 8) Audio o texto enviados por el estudiante, dependiendo de la naturaleza de la pregunta.
- 9) Información de la respuesta seleccionada para su evaluación.
- 10) Campo para introducir la calificación en una escala de cero (0) a cien (100).
- 11) Campo para realizar comentarios o sugerencias sobre la respuesta del estudiante.
- 12) Botón de confirmación para calificar.

X. VALIDACIÓN DE PROTOTIPO

La validación del prototipo desarrollado es un paso crucial para asegurar la eficacia de nuestra solución. Esta fase de validación se lleva a cabo a través de dos componentes esenciales: primero, mediante el análisis de los resultados académicos obtenidos por los estudiantes al utilizar la aplicación, y segundo, evaluando las percepciones y opiniones de los estudiantes sobre la aplicación y su experiencia de uso. Esta metodología combinada nos permite obtener una imagen completa y matizada de la efectividad del prototipo, al abordar tanto los aspectos cuantitativos como los cualitativos de su implementación.

A. Análisis de resultados

En la Tabla IV se presentan los resultados del Examen previo y de las calificaciones hechas por el profesor seleccionado en la etapa de evaluación. La columna “Examen previo” muestra el nivel de los estudiantes previo al uso de la aplicación, en términos de las competencias de habla (H), vocabulario (V) y lectura (L), y en una escala de 0 a 10. Estas calificaciones son promediadas en la columna “Media” para obtener una calificación general en el Examen previo. La columna “Calificación” corresponde a las calificaciones asignadas por el docente luego del uso de la aplicación. La tabla separa a los estudiantes en dos subgrupos: los estudiantes con algún impedimento visual y los estudiantes que no poseen esta condición. Esta diferenciación permite contrastar los resultados de ambas poblaciones a fin de evaluar la efectividad de las técnicas de accesibilidad. Finalmente, la tabla muestra las medias de rendimiento de ambos subgrupos de estudiantes, así como el rendimiento general de toda la muestra seleccionada.

Cuadro IV
RESULTADOS DE LOS ESTUDIANTES.

Estudiante	Posee discapacidad visual	Examen previo				Calificación por docente
		H	V	L	Media	
1	Sí	3	5	8	5.3	7.5
2	Sí	4	7	7	6	10
3	Sí	1	4	7	4	5
4	Sí	1	3	8	4	5
Media de rendimiento de estudiantes con discapacidad visual					4.8	6.9
5	No	3	5	5	4.3	10
6	No	4	6	6	5.3	10
7	No	2	4	6	4	5
8	No	3	5	6	4.7	10
9	No	0	5	4	3	10
10	No	1	4	7	4	9.3
11	No	2	3	5	3.3	8.3
12	No	1	5	6	4	9.2
Media de rendimiento de estudiantes sin discapacidad visual					4.1	9
Media general de los estudiantes					4.3	8.3

Las columnas H, V y L hacen referencia al habla, vocabulario y lectura, respectivamente.

Los resultados del examen previo muestran una media general de 4,3 puntos sobre 10, un resultado relativamente bajo. Adicionalmente, existe una pequeña diferencia entre los dos subgrupos de estudiantes, pues aquellos con algún trastorno visual rindieron un 17% mejor que el resto. De igual manera, es importante considerar que la muestra de estudiantes con trastorno visual es relativamente pequeña, lo que puede influir en la magnitud de la diferencia observada.

Por otra parte, los resultados de la calificación efectuada por el docente apuntan a un rendimiento general de casi el doble de puntos (8,3). Se identificaron las posibles causas de esta notable diferencia en la magnitud de las mediciones:

- 1) Complejidad de las preguntas. Una menor complejidad en las preguntas de la etapa de Evaluación en comparación con las preguntas del examen previo puede redundar en una mayor facilidad para los estudiantes.
- 2) La forma de calificar. En la plataforma web, esta consiste en asignar una calificación y un comentario a cada respuesta del estudiante. Estas respuestas luego son promediadas para obtener una calificación general. A diferencia del examen previo, aquí no se provee una calificación cuantitativa para cada habilidad por separado y estas son difíciles de medir a través de los comentarios que provee el docente.
- 3) La subjetividad inherente al proceso de calificación. Aunque se busca la imparcialidad y objetividad, es importante reconocer que la evaluación de los docentes puede estar influenciada por su percepción individual, experiencia y otros sesgos inconscientes.

Otro resultado que diferencia las calificaciones del examen previo de las efectuadas por el profesor es que, en estas últimas, los estudiantes sin trastornos visuales fueron los de mejor desempeño, con 30% de diferencia: 6,9 puntos para las personas con discapacidad visual y 9 puntos para el resto. Se

han identificado las siguientes posibles causas para explicar este fenómeno:

- 1) Dificultades en el manejo del Talkback debidas a una baja familiaridad del estudiante con la herramienta o por fallos de la aplicación al trabajar en conjunto con esta.
- 2) Poca claridad a la hora de explicar las instrucciones de la etapa de Evaluación.
- 3) Dificultades de los estudiantes para hacer uso de las opciones de accesibilidad de la aplicación.
- 4) Contaminación auditiva en el entorno en el cual se desarrollaron las pruebas, el cual dificultó la recepción de las ayudas auditivas.

El resultado de 6,9 sobre 10 de los estudiantes con discapacidad visual es representativo del margen de mejora que la aplicación tiene con respecto a las técnicas de accesibilidad visuales y auditivas. De igual forma, se evidencia la importancia de brindar una orientación previa al alumnado sobre la utilización efectiva del Talkback de Android, el cual es fundamental para una adecuada interacción con la aplicación.

Por otra parte, el resultado positivo de los estudiantes sin deficiencias visuales demuestra un buen nivel en la competencia lingüística de producción oral, así como en la adquisición de nuevo vocabulario y el manejo de la gramática para emplear preposiciones e interpretar preguntas en inglés correctamente. Este resultado también apoya la metodología y la ruta de aprendizaje implementadas en la aplicación.

En conclusión, es posible señalar que el prototipo cumple una parte importante de su objetivo de apoyar el aprendizaje de inglés. Sin embargo, a su vez tiene áreas por mejorar en términos de accesibilidad para ofrecer una mayor inclusión.

B. Percepción de los estudiantes

Para evaluar si el prototipo cumple con las necesidades y expectativas de los estudiantes, se realizó una encuesta al mismo grupo de estudiantes que utilizó la aplicación. Esta encuesta abarcó diversas áreas de interés, incluyendo la facilidad de navegación, la claridad de las instrucciones, la calidad de los ejercicios, la efectividad de las funciones de accesibilidad para personas con discapacidad visual, la experiencia colaborativa y la satisfacción general con la aplicación.

Los resultados indican que los usuarios encontraron la aplicación relativamente fácil de navegar (Figura 37). La mayoría de los participantes (83.33 %) calificó la facilidad de navegación con un 4 o un 5, en una escala del 1 al 5. Entre los estudiantes con discapacidad visual, las calificaciones de navegación estuvieron entre 3 y 4.

Las instrucciones de la aplicación fueron percibidas como claras y comprensibles (Figura 38). Todos los participantes otorgaron una calificación de 4 o 5 en este aspecto, resaltando la eficacia de las guías y orientaciones dentro de la aplicación.

En cuanto a la calidad de los ejercicios y actividades de la aplicación (Figura 39), un notable 75 % de los participantes le otorgó una calificación de 4 o 5. Este resultado sugiere que los ejercicios y actividades desarrollados por el Instituto de Idiomas de la Universidad del Norte son efectivos y aportan valor a la experiencia de aprendizaje de los usuarios.

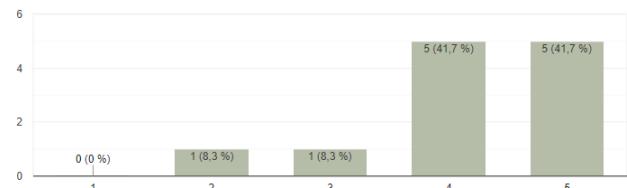


Figura 37. Distribución de las calificaciones sobre la facilidad de navegación en la aplicación

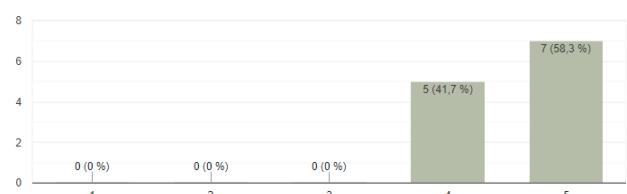


Figura 38. Distribución de las calificaciones sobre la claridad de las instrucciones en la aplicación

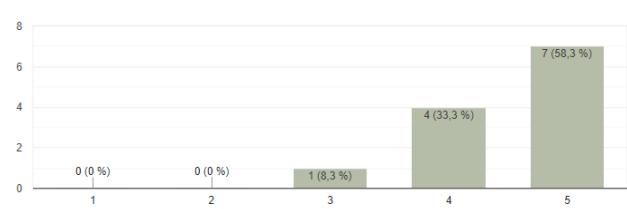


Figura 39. Distribución de las calificaciones sobre la calidad de los ejercicios y actividades en la aplicación

Un notable 91.67 % de los participantes cree que la aplicación ha contribuido a mejorar su comprensión y habilidades en inglés, lo que evidencia el impacto positivo de la plataforma en el aprendizaje del idioma.

Las funciones de accesibilidad para personas con discapacidad visual fueron calificadas con un 4 o un 5 por todos los participantes a los que les correspondía esta pregunta, lo que indica que estas funciones fueron útiles para estos usuarios.

La experiencia de colaboración en la aplicación (Figura 40) fue muy bien valorada, con todos los participantes otorgándole una calificación de 4 o 5. Esto refleja la efectividad de las funciones de colaboración de la aplicación, facilitando el aprendizaje en grupo y el intercambio de ideas.

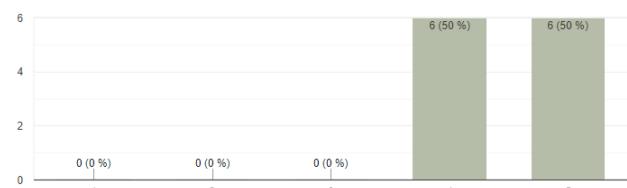


Figura 40. Distribución de las calificaciones sobre la experiencia de colaboración en la aplicación

En términos de satisfacción general (Figura 41), la mayoría de los participantes (91.67 %) otorgó a la aplicación una

calificación de 4 o 5. Este alto grado de satisfacción muestra que la aplicación cumple con las expectativas de los usuarios y ofrece una experiencia de aprendizaje gratificante.

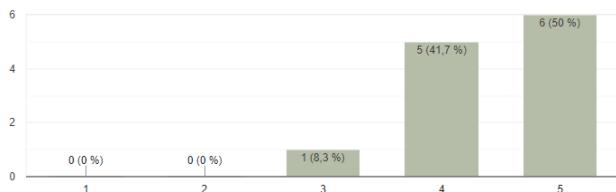


Figura 41. Distribución de las calificaciones sobre la satisfacción general con la aplicación

Finalmente, al preguntar a los participantes sobre posibles mejoras o cambios, las respuestas variaron. Algunos consideraron que la aplicación es completa tal como está, mientras que otros sugirieron mejoras específicas, como la posibilidad de arrastrar las letras en la actividad de formar palabras y mejoras en las funciones de accesibilidad para personas con discapacidad visual.

La retroalimentación de los participantes proporciona una validación sólida del prototipo y destaca áreas en las que es posible seguir trabajando para ofrecer una mejor experiencia. Aunque la aplicación ha sido bien recibida, se han de tomar en cuenta las sugerencias de mejoras, especialmente en términos de accesibilidad, para garantizar que la aplicación sea inclusiva y accesible para todos los usuarios.

XI. CONCLUSIONES

Este trabajo ha presentado el proceso de diseño, desarrollo y validación de una aplicación de aprendizaje de inglés enfocada en la comunicación y el trabajo colaborativo, especialmente diseñada para estudiantes de educación media en Colombia con discapacidad visual.

La revisión de la literatura existente proporcionó una base sólida para el diseño de la función de trabajo en equipo y colaboración de la aplicación. A través de este análisis, se pudieron identificar las mejores prácticas y características eficaces de las aplicaciones de aprendizaje de idiomas existentes, lo que ayudó a fundamentar y guiar el diseño de la función de trabajo en equipo y colaboración de la aplicación.

El diseño de la arquitectura de la aplicación se realizó con especial atención a la accesibilidad y la inclusión, asegurando que todas las características y funciones fueran accesibles para todos los estudiantes, incluyendo aquellos con discapacidades visuales. La inclusión de ayudas de voz y visuales fue un componente esencial de este enfoque.

El desarrollo del prototipo funcional de la aplicación incorporó estas características y funciones, resultando en una plataforma de aprendizaje de inglés que promueve la comunicación y el trabajo colaborativo, a la vez que garantiza la accesibilidad y la inclusión para todos los usuarios.

La validación del prototipo se realizó en dos partes. La primera parte consistió en una valoración de los resultados de una muestra de estudiantes de educación media por parte

de un profesional, cuyos resultados apoyan la metodología y la ruta de aprendizaje de la aplicación. No obstante, estos también proporcionan un punto de mejora en torno al nivel de accesibilidad de la aplicación, la cual no fue la ideal pese a las técnicas implementadas.

La segunda parte de la validación consistió en una encuesta realizada al mismo grupo de estudiantes, que proporcionó una valiosa retroalimentación sobre la eficacia y la usabilidad de la aplicación. Los resultados de la encuesta indicaron que la mayoría de los participantes encontraron la aplicación fácil de navegar, las instrucciones claras y los ejercicios de alta calidad. La mayoría de los participantes también sintió que la aplicación había mejorado sus habilidades en inglés y valoró positivamente la experiencia de colaboración. Estos resultados indican que la aplicación ha logrado con éxito los objetivos establecidos. Sin embargo, también se recibieron sugerencias de mejoras, lo que indica áreas en las que es posible continuar trabajando para mejorar la aplicación.

En resumen, este proyecto ha demostrado el potencial de una aplicación de aprendizaje de idiomas diseñada con un enfoque en la comunicación y el trabajo colaborativo, y con un compromiso con la accesibilidad y la inclusión. A medida que se continúa refinando y mejorando la aplicación con base en los comentarios recibidos, se espera que se convierta en una herramienta cada vez más valiosa para apoyar los procesos de aprendizaje de inglés de manera integral en la educación media en Colombia.

REFERENCIAS

- Azmi, N., Maryono, D., & Yuana, R. (2017). Development of an Android-based Learning Media Application for Visually Impaired Students. *Indonesian Journal of Informatics Education*, 1(1). <https://www.learntechlib.org/p/219470>
- Begazo, M. J. C., & Durango, D. W. B. (2022). Reference Model for the Development of a Learning Management System with an Integrated Voice Assistant for the Optimization of the Teaching Process of a Foreign Language for People with Visual Impairment. 2022 IEEE XXIX International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON), 1-4. <https://doi.org/10.1109/INTERCON55795.2022.9870128>
- Cadavid-Munera, I. C. (2022). Children's Social Representations of English Teaching and Learning: A Study in Medellín, Colombia. *PROFILE issues in teachers' professional development*, 24(1), 97-113.
- Cárdenas, J., & Inga, E. (2019). Visual Impairment a Challenge to Teach English Using Emerging Technologies. 2019 International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS), 267-273. <https://doi.org/10.1109/INCISCOS49368.2019.00049>
- Cárdenas, J., & Inga, E. (2021). Methodological Experience in the Teaching-Learning of the English Language for Students with Visual Impairment. *Education Sciences*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/educsci11090515>

- Carvajal Payán, M. (2019). Implementation of created teaching materials for the improvement of english results in saber 11 exam at a rural public school.
- Castro López, S. J. (2018). The perceptions of english teachers on english varieties y english language teaching and their implications on current elt practices in public schools in Cali, Colombia.
- Conroy, P. W. (2005). English Language Learners with Visual Impairments: Strategies to Enhance Learning. *RE:view (Washington, D.C.)*, 37(3), 101-108.
- Education First. (2022). *EF English Proficiency Index*. EF. <https://www.ef.com/wwen/epi/>
- Graves, K., & Garton, S. (2017). An analysis of three curriculum approaches to teaching English in public-sector schools. *Language teaching*, 50(4), 441-482.
- Hao, Y., Lee, K. S., Chen, S.-T., & Sim, S. C. (2019). An evaluative study of a mobile application for middle school students struggling with English vocabulary learning. *Computers in human behavior*, 95, 208-216.
- ICFES. (2020). Informe nacional de resultados del Examen Saber 11° 2019 [Último acceso el 12 de marzo de 2023]. <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1020153/Informe+nacional+de+resultados+Saber+11%20%5C%2%5C%BA+2019.pdf>
- Irvan, M., Damayanto, A., Jauhari, M. N., & Aqilah, T. S. (2021). The Effectiveness Factors of Online Learning Through Learning Management System for Students with Disabilities. *2021 7th International Conference on Education and Technology (ICET)*, 107-110. <https://doi.org/10.1109/ICET53279.2021.9575082>
- Junying, A., & Baiwen, F. (2012). The application and efficiency analysis of exam platform for people with visual impairments. *2012 IEEE Symposium on Robotics and Applications (ISRA)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ISRA.2012.6219104>
- Kamaludin, K., Yatim, N. F. M., & Nordin, M. J. (2010). Refining technical and learning accessibility elements on e-learning for user with visual impairment. *2010 International Symposium on Information Technology*, 1, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ITSIM.2010.5561331>
- Lobo, T., Guedes, G., & Leal, N. S. (2020). Teaching E-Learning for Students with Visual Impairments. *Proceedings of the 2020 International Conference on Computers, Information Processing and Advanced Education*, 300-305. <https://doi.org/10.1145/3419635.3419637>
- Mahawan, K., & Langprayoon, P. (2020). The Effect of Blended Learning with Collaborative Learning upon English Communication Skills of English Teaching Program Students. *2020 5th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)*, 55-58. <https://doi.org/10.1109/iSTEM-Ed50324.2020.9332775>
- Mohammadi, N., & Murray, I. (2013). Developing methodologies for the presentation of graphical educational material in a non-visual form for use by people with vision impairment. *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)*, 373-377. <https://doi.org/10.1109/TALE.2013.6654464>
- Mun, P. C., & Kamsin, I. F. B. (2022). Mobile Application in Teaching and Learning Process. *2022 IEEE International Conference on Distributed Computing and Electrical Circuits and Electronics (ICDCECE)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/ICDCECE53908.2022.9793307>
- Muñoz Ibarra, G., & Bastidas Arteaga, J. A. (2011). A Diagnosis of English Language Teaching in Public Elementary Schools in Pasto, Colombia. *HOW - A Colombian journal for teachers of English*, 18(1), 95-111.
- Neto, L. V., Fontoura Junior, P. H., Bordini, R. A., & Otsuka, J. L. (2019). Design and Implementation of an Educational Game Considering Issues for Visual Impaired People Inclusion. *2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2161-377X, 298-302. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2019.00097>
- Othman, N. I., Zin, N. A. M., & Mohamed, H. (2019). Accessibility Requirements in Serious Games for Low Vision Children. *2019 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI)*, 624-630. <https://doi.org/10.1109/ICEEI47359.2019.8988791>
- Shih, R.-C., Papa, C., & Cheng, T.-F. (2013). Establishment of a Mobile-Assisted Language Teaching Model for English Teachers of Technological Universities and Colleges. *2013 Second International Conference on Robot, Vision and Signal Processing*, 144-147. <https://doi.org/10.1109/RVSP.2013.40>
- Sucuoğlu, E. (2017). English Language Teachers' Perceptions on Knowing and Applying Contemporary Language Teaching Techniques. *PROFILE issues in teachers' professional development*, 19(sup1), 65-79.
- Susanto, S., & Nanda, D. S. (2018). Teaching and learning english for visually impaired students: An ethnographic case study. *English review*, 7(1), 83-92.
- Zhang, C., Shabbir, M., Stylianou, D., & Tian, Y. (2012). Computer vision-based mathematics learning enhancement for children with visual impairments. *2012 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine Workshops*, 764-770. <https://doi.org/10.1109/BIBMW.2012.6470236>
- Zhang, F. (2021). Application of Mobile Learning Software in College English Vocabulary Teaching. *2021 2nd International Conference on Information Science and Education (ICISE-IE)*, 1092-1095. <https://doi.org/10.1109/ICISE-IE53922.2021.00248>

XII. ANEXOS

Cuadro V: Tabla de artículos de referencia.

No.	título del artículo	Palabras claves	Fuente
1	“Teaching E-Learning for Students with Visual Impairments”	Teaching, visual impairments, classroom	ACM Digital library
2	“Visual Impairment a Challenge to Teach English Using Emerging Technologies”	mobile learning, education 4.0, educational informatics, visual disability, emerging technologies, gamification.	IEEE Xplore
3	“Reference Model for the Development of a Learning Management System with an Integrated Voice Assistant for the Optimization of the Teaching Process of a Foreign Language for People with Visual Impairment”	LMS, Voice Assistant, Language Learning, Visual Impairment, Visually Impaired, Assistive technology	IEEE Xplore
4	“Computer vision-based mathematics learning enhancement for children with visual impairments”	Computer Vision, Math Learning, Children with Visual Impairement, Math Learning Enhauncement	IEEE Xplore
5	“The Effectiveness Factors of Online Learning Through Learning Management System for Students with Disabilities”	online learning, learning management system, student with special needs, visual impairment, hearing impairment	IEEE Xplore
6	“Refining technical and learning accessibility elements on e-learning for user with visual impairment”	E-learning accessibility, assistive technology, user with visual impairment	IEEE Xplore

Continua en la siguiente página o columna

Cuadro V: Tabla de artículos de referencia. (Continua)

No.	título del artículo	Palabras claves	Fuente
7	“Design and Implementation of an Educational Game Considering Issues for Visual Impaired People Inclusion”	educational game, accessibility, inclusion, visual impairment	IEEE Xplore
8	“The application and efficiency analysis of exam platform for people with visual impairments”	visually impaired person, test platform, actual effect, application	IEEE Xplore
9	“Accessibility Requirements in Serious Games for Low Vision Children”	Accessibility, Serious game, Low vision	IEEE Xplore
10	“Establishment of a Mobile-Assisted Language Teaching Model for English Teachers of Technological Universities and Colleges”	app (application), English as a second language (ESL), English for specific purposes (ESP), mobile-assisted language learning (MALL), mobile-assisted language teaching (MALT) model	IEEE Xplore
11	“Application of Mobile Learning Software in College English Vocabulary Teaching”	mobile learning software, English vocabulary teaching, mobile micro-learning	IEEE Xplore
12	“Methodological Experience in the Teaching-Learning of the English Language for Students with Visual Impairment”	visual impairment, educational innovation, special education, educational inclusion, information, communication technologies	Sibila

Continua en la siguiente página o columna

Cuadro V: Tabla de artículos de referencia. (Continua)

No.	título del artículo	Palabras claves	Fuente
13	“Developing methodologies for the presentation of graphical educational material in a non-visual form for use by people with vision impairment”	Accessibility, Packet Tracer, Visin-Impaired, user interfcae, Assisitive Technologies, IPC, PTMP	IEEE Xplore
14	“The Effect of Blended Learning with Collaborative Learning upon English Communication Skills of English Teaching Program Students”	Blended Learning, Collaborative Learning, English Communication Skills	IEEE Xplore
15	“English Language Learners with Visual Impairments: Strategies to Enhance Learning”	English learners, English language learners (ELLs), special education, visual impairments, teacher training needs, teaching strategies	Sibila
16	“Development of an Android-based Learning Media Application for Visually Impaired Students”	Learning Media, Mobile Application, Android, Visual Impairment	Sibila
17	“Teaching and learning english for visually impaired students: An ethnographic case study”	visual impairment, language education, learning strategy, special education	Sibila
18	“A Diagnosis of English Language Teaching in Public Elementary Schools in Pasto, Colombia”	Approach, diagnostic study, method, methodology, methodological characteristics, principle, procedure, technique	Sibila

Continua en la siguiente página o columna

Cuadro V: Tabla de artículos de referencia. (Continua)

No.	título del artículo	Palabras claves	Fuente
19	“Mobile Application in Teaching and Learning Process”	Mobile learning, learning Application, High Education, Teaching and Learning	IEEE Xplore
20	“Children’s Social Representations of English Teaching and Learning: A Study in Medellín, Colombia”	English teaching, learning English, perceptions, social representations, young learners	Sibila
21	“English Language Teachers’ Perceptions on Knowing and Applying Contemporary Language Teaching Techniques”	English language teaching, contemporary teaching techniques, English teachers	Sibila
22	“Implementation of created teaching materials for the improvement of english results in saber 11 exam at a rural public school”	Contextualized materials, Communicative competence, High school students, Intervention, Teacher-created materials	Sibila
23	“An analysis of three curriculum approaches to teaching English in public-sector schools”	ELT, curriculum approaches, CLT, genre-based pedagogy, CLIL	Sibila
24	“An evaluative study of a mobile application for middle school students struggling with English vocabulary learning”	Low student performance, English as a foreign language (EFL), Technology integration, APP, Mobile learning, Middle school	Sibila

Continua en la siguiente página o columna

Cuadro V: Tabla de artículos de referencia. (Continua)

No.	título del artículo	Palabras claves	Fuente
25	“The perceptions of english teachers on english varieties y english language teaching and their implications on current elt practices in public schools in Cali, Colombia”	Enseñanza y aprendizaje, Lengua extranjera, Idiomas extranjeros, Enseñanza del inglés, Aprendizaje del inglés, Tesis, Departamento de Idiomas, Educación, Departamento de Pedagogía,	Sibila