



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INFORMÁTICA,  
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E  
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

**CARRERA DE SOFTWARE**

**TÍTULO:**

**PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA LA ENSEÑANZA-  
APRENDIZAJE DE BRAILLE.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO DE SOFTWARE**

**AUTOR: SANTIAGO ALBERTO ALULEMA ASQUI**

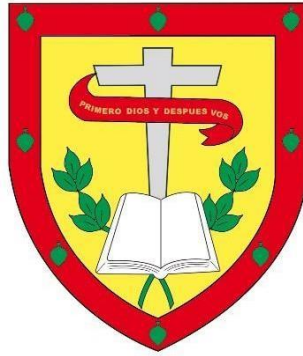
**DIRECTOR: ING. MILTON ALFREDO CAMPOVERDE**

**MOLINA, PHD**

**CUENCA - ECUADOR**

**2023**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INFORMÁTICA,  
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E  
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

**CARRERA DE SOFTWARE**

**TITULO: PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA LA ENSEÑANZA-  
APRENDIZAJE DE BRAILLE.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO INGENIERO DE SOFTWARE**

**AUTOR: SANTIAGO ALBERTO ALULEMA ASQUI**

**DIRECTOR: ING. MILTON ALFREDO CAMPOVERDE**

**MOLINA, PHD**

**CUENCA – ECUADOR**

**2023**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

**Declaratoria de Autoría y Responsabilidad**

**Santiago Alberto Alulema Asqui** portador(a) de la cédula de ciudadanía N.º **0105784847**. Declaro ser el autor de la obra: “**Prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **26 de octubre de 2023**



F: .....

**Santiago Alberto Alulema Asqui**  
**C.I. 0105784847**

## CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo titulado “Prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille” fue desarrollado por el estudiante: Santiago Alberto Alulema Asqui, bajo mi supervisión.

MILTON ALFREDO CAMPOVERDE MOLINA

Firmado digitalmente  
por MILTON ALFREDO  
CAMPOVERDE MOLINA  
Fecha: 2023.10.25  
16:03:52 -05'00'

Ing. Milton Campoverde Molina PhD.

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN UNIVERSIDAD CATÓLICA DE  
CUENCA.

## **DEDICATORIA**

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres Raúl y Amelia, que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

También quiero dedicarles este trabajo a mis hermanos: Verónica, Cristian, Jairo y Belén. por su paciencia, comprensión y apoyo.

## **RESUMEN**

La educación es un derecho fundamental del ser humano y debe ser intercultural e inclusiva. La fusión de las metodologías de enseñanza, aprendizaje y herramientas tecnológicas fortalecen el proceso de aprendizaje de personas con discapacidad. Razón por la cual, esta investigación tiene como objetivo implementar un prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille de niños con discapacidad visual. El prototipo de software fue desarrollado utilizando la metodología en cascada. El sistema desarrollado es considerado como amigable tanto por los estudiantes como por los profesores, y permitió una mejoría en la habilidad de memoria y capacidad motora de los estudiantes; sin embargo, el sistema se encuentra en su fase inicial de desarrollo y se seguirán agregando funcionalidades que permitan abordar completamente los contenidos de la asignatura de Lengua y Literatura. Esta investigación demuestra que es posible la integración entre tecnología y educación inclusiva.

**Palabras claves:** Aprendizaje, braille, enseñanza, software, tecnología.

## **ABSTRACT**

Education is a fundamental human right and must be intercultural and inclusive. Teaching methodologies and technological tools used for teaching-learning must take into account that there are groups of people with disabilities, such as visual impairment. The objective of this research is to implement a software prototype for the teaching and learning of braille to contribute to the education of the boy or girl with this condition. Thus, it is possible for the student to access varied information on the Internet and recreational and expression spaces such as games and blogs. For the development of this software prototype, the waterfall methodology was selected. The developed system is considered friendly by both students and teachers, and allowed an improvement in the memory ability and motor capacity of the students. However, the system is in its initial phase of development and functionalities will continue to be added that will fully address the contents of the Language and Literature subject. This research shows that the integration between technology and inclusive education is possible.

**Keywords:** Braille, learning, teaching, technology, software.

**Prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille**

**Prototype of software for teaching-learning braille.**

## INTRODUCCIÓN

La visión le permite al ser humano realizar tareas con libertad e independencia. Sin embargo, debido a diferentes causas las personas pueden sufrir baja visión o ceguera. De acuerdo a la Clasificación Internacional de Enfermedades, se categoriza el deterioro de la visión en dos grupos: deterioro de la visión cercana y de la visión distante. Dentro de la categoría visión distante, existe una subcategoría denominada ceguera, la cual se refiere a que la persona ha perdido completamente su visión (Organización Mundial de la - Salud, 2023). De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, a nivel mundial 36 millones de personas son ciegas. En el caso de Latinoamérica, se estima que existen 5.000 personas ciegas por cada millón de habitantes (Organización Panamericana de la-Salud, 2023). Del total de las personas invidentes, al menos el 4% corresponde a población infantil, y del total de las personas con alguna discapacidad visual, el 1% son niños (Jaramillo-Cerezo, Torres-Yepes, Franco-Sánchez, & Arias-Urbe, 2022).

En Ecuador, según los datos publicados por el Consejo Nacional de Discapacidades existen 54.397 personas con discapacidad visual. Dentro de este grupo el 9,06% (es decir, 4.928 personas) presentan una discapacidad visual en el rango de 85% a 100%. En la ciudad de Cuenca alrededor de 265 personas con discapacidad visual en un rango entre 85% a 100% (CONADIS, 2023). Además, existe registro de 164 personas con discapacidad visual en el rango entre 85% a 100% con una edad de 0 a 18 años. Las personas al tener una discapacidad visual entre 85% al 100% imposibilita que estas puedan realizar actividades por sí mismas, requiriendo el apoyo de un tercero (Salud-Publica, 2018).

La Unidad Educativa Especial Claudio Neira Garzón ubicada en la ciudad de Cuenca cuenta con 35 estudiantes, 20 de los cuales tienen discapacidad auditiva y 15 tienen discapacidad visual, desde la estimulación temprana hasta el décimo año de educación básica. Una entrevista con la directora y profesoras de la Unidad Educativa reveló que podría ser de gran utilidad juegos didácticos para los niños entre el tercero y cuarto de básica con discapacidad visual para su aprendizaje en el lenguaje braille. La investigación se centró en 5 estudiantes: tres de tercero de Básica, dos de cuarto de Básica. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es desarrollar un prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille de niños con discapacidad visual. El prototipo de software tendrá dos módulos: el módulo de práctica y el módulo de juegos. Estos módulos no solo

proporcionarán entretenimiento, sino que también permitirán a los estudiantes aprender mientras se divierten. Además, los docentes y tutores de los niños podrán crear nuevos juegos y ejercicios prácticos de acuerdo a las necesidades de los niños.

El desarrollo de un prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje del lenguaje Braille será un apoyo para reforzar las destrezas y conocimientos en las asignaturas de matemáticas y lenguaje. Por lo tanto, se implementará un conjunto de juegos con diferentes niveles de dificultad que permita a los niños aprender a través de la práctica de manera gradual y progresiva. La utilización de juegos no solo hace que el aprendizaje sea más divertido, sino que también fomenta la participación activa y la motivación de los niños. Los juegos incluirán ejercicios matemáticos, trivia de cuentos, resolver un laberinto, mucho poco o nada y sonidos de animales. El prototipo de software se desarrollará utilizando el framework ionic para el frontend y para el backend se utilizará strapi de node.js.

En cuanto a la estructura y contenido del artículo, se presentan los conceptos relacionados en la sección 2. La sección 3 abarca la revisión de diversos trabajos relacionados que exploran experiencias e investigaciones de software dirigido a personas con discapacidad visual. En la sección 4, se describe detalladamente la metodología empleada para llevar a cabo esta investigación. Los resultados del prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje del lenguaje braille se exponen en la sección 5. Por último, en la sección 6 se extraen las conclusiones basadas en los resultados obtenidos.

## **CONCEPTOS RELACIONADOS**

### **Discapacidad visual en las aulas y las TICS**

Aunque se han producido numerosos cambios en la inclusión educativa de las personas con discapacidad, todavía queda un largo camino por recorrer para brindarles una acogida completa en el entorno educativo. Hay una serie de obstáculos que impiden esta plena integración, que van desde la falta de adaptaciones en las instalaciones y la falta de ajuste en los planes de estudio, hasta la escasa información sobre las verdaderas habilidades de las personas con discapacidad. Además, se enfrenta dificultad para aceptar y valorar las diferencias presentes (Pazmiño-Piedra, 2019)

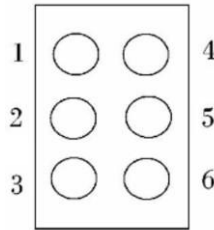
En términos generales, las TIC se comprenden como el conjunto de procesos y productos resultantes de las nuevas herramientas tecnológicas (hardware y software), medios de almacenamiento, canales de comunicación y transmisión digitalizada de información. Estas tecnologías facilitan la adquisición, producción, procesamiento, comunicación, registro y presentación de información en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales acústicas, ópticas o electromagnéticas. No obstante, no todos los dispositivos o recursos tecnológicos disponibles pueden ser utilizados por cualquier persona, especialmente aquellos con discapacidad visual, debido principalmente al contenido gráfico e imágenes que caracterizan estas tecnologías. Sin embargo, frente a esta situación, la propia tecnología se encarga de ofrecer soluciones mediante opciones que ayudan a superar las barreras de exclusión que la sociedad de la información podría imponer (Peñas & Fuenmayor, 2010).

Los programas informáticos permiten acceder al texto en la pantalla del ordenador mediante la voz sintetizada o el texto Braille. El usuario puede escuchar lo que se muestra en la pantalla o leerlo a través de dispositivos Braille temporales (como una línea Braille). Además, puede acceder a la información en la pantalla utilizando comandos de teclado o funciones estándar del sistema operativo, y recibir respuestas automáticas de los lectores de pantalla. Uno de los programas de lectura de pantalla más populares y exitosos a nivel mundial, que encarna la filosofía de inclusión, es el JAWS for WINDOWS (JFW) desarrollado por Freedom Scientific un reconocido grupo empresarial en este campo (Muñoz-Sevilla, 2012).

### **Funcionamiento del sistema braille**

El sistema braille está compuesto por una serie de puntos en relieve dispuestos en una cuadrícula de dos por tres. Los puntos se identifican por números del 1 al 6, donde el punto 1 está en la esquina superior izquierda y los puntos se numeran en sentido horario. Cada letra, número y signo de puntuación se representa mediante una combinación única de estos puntos. Por ejemplo, la letra "A" se representa mediante el punto 1, mientras que la letra "B" se representa mediante los puntos 1 y 2. Las letras mayúsculas se representan agregando el punto 6 antes de la letra correspondiente.

Fig 1. Símbolo Generador



Para leer en braille, la persona utiliza sus dedos para sentir los puntos en relieve y así interpretar los caracteres. Para escribir en braille, se utiliza un punzón o un dispositivo especial llamado "máquina de escribir braille", que permite al usuario presionar los puntos en relieve sobre el papel. El sistema braille se ha adaptado para incluir símbolos matemáticos, científicos, musicales y otros, lo que lo hace una herramienta valiosa para la educación y la integración social de las personas con discapacidad visual (Tristán, Arcia, Pérez, & Montes, 2017).

### **Traductores de texto a voz**

Un sintetizador de texto a voz (TTS) es un sistema informático que es capaz de leer en voz alta cualquier texto, ya sea introducido directamente en la computadora por un operador o escaneado y sometido a un sistema de reconocimiento óptico de caracteres (OCR). En el área del reconocimiento y comprensión del habla por parte de las máquinas, se ha logrado un progreso constante que ha permitido que los sistemas se integren en la vida cotidiana en forma de centros de llamadas para aerolíneas, industrias financieras, médicas y bancarias, mesas de ayuda para grandes empresas, generación de formularios e informes para comunidades legales y médicas (Taylor, 2009).

### **Administración con strapi**

Strapi es un CMS (Sistema de Gestión de Contenidos) de código abierto que permite crear y administrar fácilmente contenido y APIs. Está basado en Node.js y proporciona una interfaz de administración intuitiva y flexible para crear, editar y entregar contenido en aplicaciones web y móviles (StrapiConf, 2023).

### **Trabajos Relacionados**

Shokat, Riaz, Rizvi y Khan (2022), realizaron un conversor de caracteres Braille a caracteres en inglés. Se utilizó la aplicación de Android desarrollada por los mismos autores para recopilar un conjunto de datos en inglés Braille de una investigación anterior. Para los usuarios con discapacidad visual, la aplicación es menos agotadora y menos

complicada. Luego de estudios con métodos basados en RICA (Algoritmo de Agrupamiento Basado en Índice de Relevancia) y PCA (Análisis de Componentes Principales), con entrenamiento y pruebas con métricas de evaluación como SVM (de máquina de vectores de soporte), KNN (Vecinos más Cercanos), y DT (Árboles de Decisión), el clasificador SVM superó los demás, con una precisión del 99,85 %. KNN y DT con una precisión del 99,50 % y del 99,79 %, respectivamente. Para la comparación de estos resultados con otras técnicas se utilizaron los métodos Random Forest con RICA y PCA y Sequential, logrando una precisión del 90,01% y 80%, respectivamente. Se concluyó que los resultados de los modelos propuestos no son satisfactorios cuando se implementan en dispositivos móviles con un poder de cómputo limitado; por lo tanto, probaron estos resultados con computadoras y convirtieron estos modelos en versiones más ligeras para dispositivos Android (Shokat, Riaz, Rizvi, & Khan, 2022).

Erdem y Yakut (2022), revelaron las experiencias de profesores y estudiantes con discapacidad visual. Se consideró que: (i) las aulas inclusivas y las salas de recursos, deben estar equipadas con herramientas educativas (es decir, el alfabeto braille, tecnologías de asistencia, gráficos y mapas táctiles), (ii) la capacitación al personal docente debe mejorarse y (iii) los edificios deben diseñarse accesibles y ser supervisado por maestros de educación especial con experiencia con estudiantes con discapacidad visual. ¿Por qué este trabajo está relacionado? Porque permite conocer las experiencias de profesores y estudiantes con discapacidad visual que incluyen el uso de tecnologías y obtener información de las necesidades de este grupo de la población para el desarrollo de tecnologías. Se concluyó que hace falta un diagnóstico sobre la ubicación en los Centros de Orientación e Investigación, cursos sobre discapacidad visual en la formación docente, problemas en la implementación del Plan de Educación Individualizado, materiales y tecnologías, actitud de los docentes hacia la inclusión. Se concluye claramente que los maestros de educación general no tienen las habilidades y los conocimientos adecuados y requieren más información y recursos educativos y tecnológicos (Erdem & Yakut, 2022).

Kumar, Kanimozhi and Shruthi (2023) propusieron convertir Braille en inglés de grado 2 a texto en inglés utilizando pasos de preprocesamiento con Clasificador SVM. Las imágenes eran capturadas por una cámara digital, preprocesadas y extraídas mediante segmentación. Para el reconocimiento se utilizó el clasificador SVM con extracción de características PCA. El mapeo de Braille es estándar y varía de un idioma a otro. Los

alfabetos se identifican utilizando mapeo para cada idioma y se guardan como texto. Las etapas iniciales de preprocesamiento para el Braille adquirido se realizan utilizando el clasificador SVM. El conjunto de datos de entrenamiento y prueba se dividió en una proporción de 80:20. La metodología ML (Aprendizaje Automático), SVM con kernels lineales y RBF (Función de Base Radial) se utilizaron para aumentar la precisión, ya que el kernel lineal es bueno para grandes conjuntos de datos y RBF produce una alta precisión. Al realizar cambios en los valores de los hiperparámetros en GridSearchCV, se encuentra que el rendimiento del modelo brinda una mayor precisión. Después de entrenar el modelo, los datos de prueba se envían a la fase de prueba para predecir los caracteres Braille apropiados (Kumar, Kanimozhi, & Shruthi, 2023).

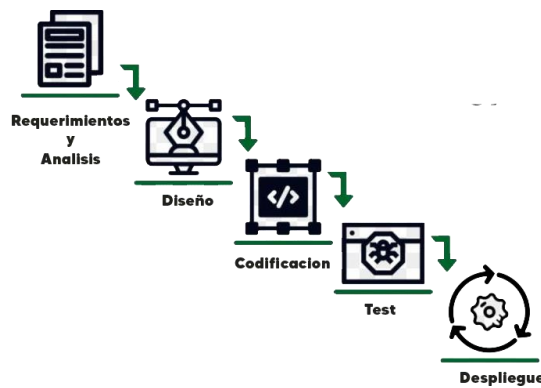
## **METODOLOGÍA**

Para el desarrollo del prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille se seleccionó la metodología en cascada, que se divide en varios pasos secuenciales (Campoverde-Molina, Reina Alvarado, & Carangui Delgado, 2018)

1. Recopilación de requisitos y análisis, en el que se determinan las necesidades del usuario y los objetivos del proyecto.
2. Diseño, en el que se crean los planos y especificaciones del software.
3. Implementación, en el que se escribe y prueba el código.
4. Prueba, en el que se realizan pruebas para asegurarse de que el software funciona correctamente.
5. Despliegue, El software desarrollado se implementa y se pone en funcionamiento en el entorno de producción. Se prepara para ser utilizado por los usuarios finales.

Cada paso en la metodología en cascada debe ser completado antes de pasar al siguiente. Una vez que se completa un paso, no se puede volver atrás. Esto significa que cada etapa debe ser planificada y ejecutada con cuidado para asegurar que el software se construya de manera efectiva.

Figura 2. Modelo en cascada



## RESULTADOS

### Requerimientos y Análisis

La presente investigación científica, titulada prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille a niños con discapacidad visual fue desarrollada por un docente investigador y un estudiante de la carrera de Software de la Universidad Católica de Cuenca, en colaboración con la Unidad Educativa Especial Claudio Neira Garzón. Para la recolección de los requerimientos se realizó entrevistas a profesores, los cuales manifestaron que había la necesidad de un software que proporcionara juegos didácticos y ejercicios de práctica para los niños con discapacidad visual. Este software debía contener un módulo de juegos con cuentos (pregunta y respuesta), juegos matemáticos, juego del laberinto, juego de “mucho-poco-nada” y juego de sonido de animales. Además, el módulo de ejercicios de práctica donde el estudiante podrá practicar por 5 minutos presionando cualquier tecla del teclado y a través de un audio puedan escuchar que tecla presionó. También, había la necesidad de que se pueda administrar el prototipo de software donde se creen nuevos recursos como juegos.

### Requerimientos del Administrador

R1. Realizar la administración para la gestión de los recursos del juego. Además, ingresar nuevos cuentos con sus preguntas y respuestas, operaciones matemáticas, y sonidos de animales.

### Requerimientos del profesor

R1. Módulo de aprendizaje donde el estudiante presione cualquier tecla y el computador deba decirle que tecla presionó, para poder relacionar las teclas en braille con su respectivo sonido.

R2. Módulo de juegos, el apartado es plenamente dirigido al nivel de conocimientos del estudiante.

### Requerimientos del estudiante

R1. Realizar la ejecución de las actividades planteadas por el docente.

### Diagramas de casos de uso

Los diagramas de caso de uso son una técnica de modelado visual utilizada en la ingeniería de software para representar interacciones entre un sistema y los actores que interactúan con él. En estos diagramas se describen las diferentes acciones y funciones que el sistema ofrece y cómo los actores interactúan con ellas. Los diagramas de caso de uso son útiles para identificar requisitos del sistema y para comunicar de manera clara y concisa el comportamiento del sistema a los diferentes interesados en el proyecto. Los diagramas de casos de uso del prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille se pueden ver en las Fig. 3, 4 y 5.

Fig 3. Caso de uso administrador de sistema.

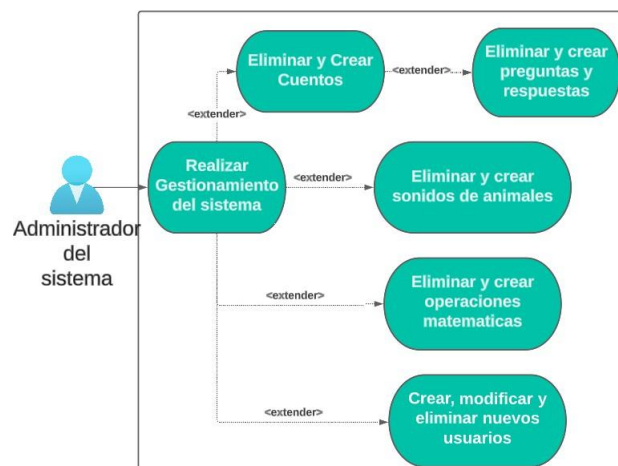


Fig 4. Caso de uso requerimientos profesor

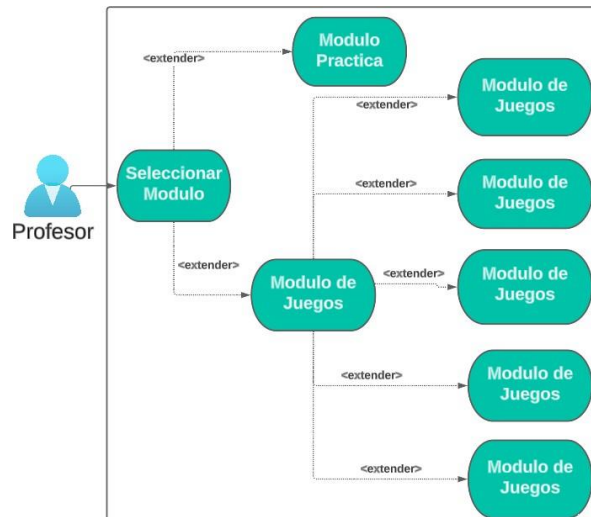
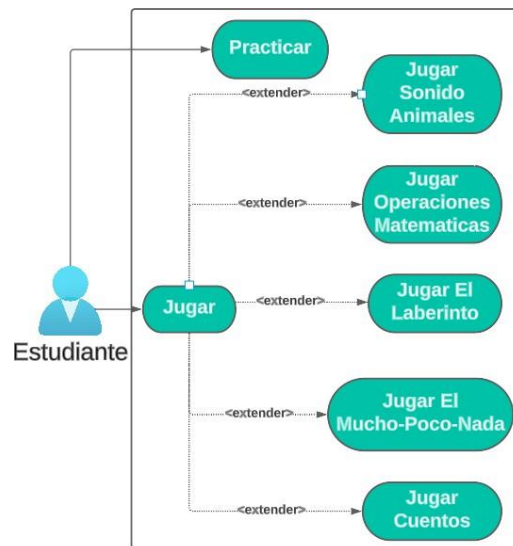


Fig 5. Casos de uso de estudiantes.

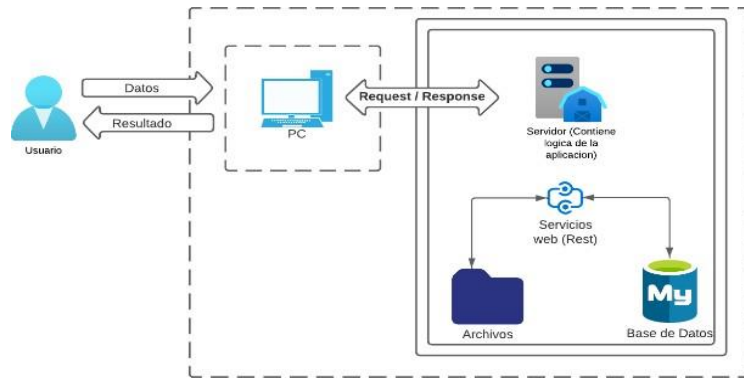


## Diseño de software

### Arquitectura de software

La arquitectura de software elegida para este proyecto es la arquitectura de aplicación web como se muestra en la Fig. 6, la cual consta de dos componentes principales: la capa del frontend y la capa del backend. La capa del frontend tiene la responsabilidad de mostrar la interfaz de usuario al usuario final. Esto implica crear el código HTML, CSS y JavaScript que se ejecuta en el navegador web del usuario. Además, la capa del frontend se encarga de enviar y recibir datos del servidor backend mediante solicitudes (Leyva-Vallejo, Alarcón-Barrera, & Ortegón-Cortázar, 2016)

Fig 6. Arquitectura de aplicación Web



**FrontEnd:** se encarga de presentar la interfaz de usuario. Esto incluye la creación de HTML, CSS y JavaScript que se ejecutan en el navegador web del usuario. La capa del frontend también se encarga de realizar solicitudes al servidor de backend para obtener o enviar datos.

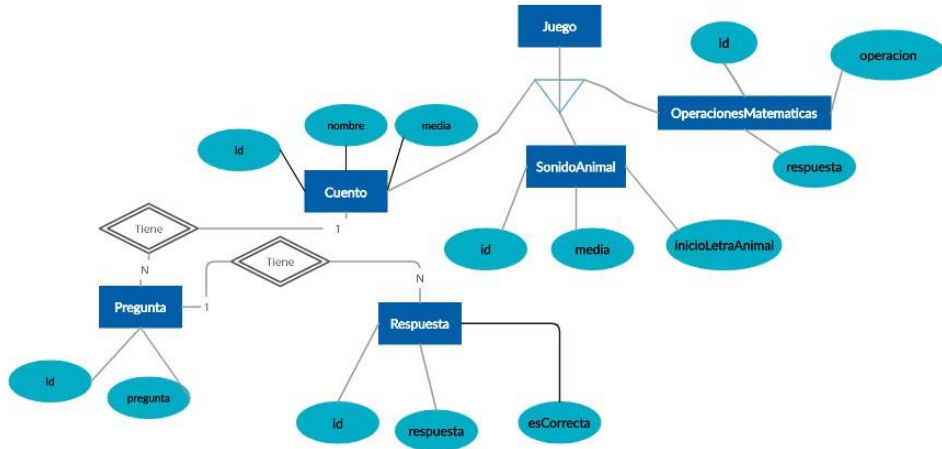
**Backend:** se encarga de procesar y almacenar los datos de la aplicación web. Esto incluye la conexión a una base de datos, la lógica de negocio, la autenticación y la autorización, y la implementación de servicios web o APIs.

### Modelo entidad relación

Un modelo entidad-relación (también conocido como modelo ER) es una herramienta de diseño de bases de datos que se utiliza para describir de manera visual las entidades u objetos relevantes en un sistema y las relaciones entre ellos. El modelo ER se compone de entidades, atributos y relaciones, el modelo entidad relación para el prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille se puede observar en la Fig. 7.

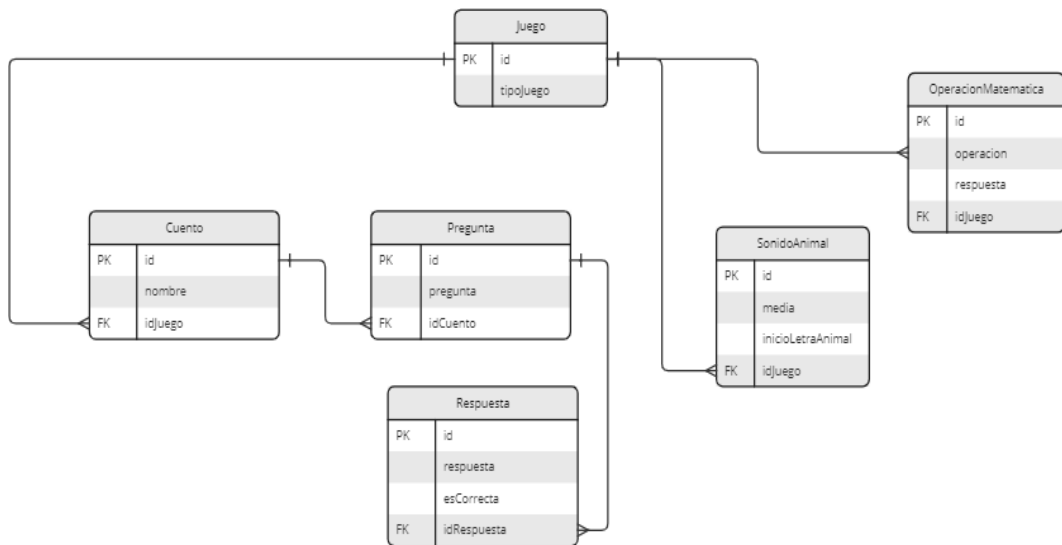
Fig 7. Modelo Entidad - Relación

Er diagrama  
 Prototipo de software para la enseñanza y aprendizaje de  
 braille



Una base de datos es un conjunto organizado de datos que se almacenan en un sistema informático y se pueden acceder y manipular de manera eficiente. Una base de datos consta de una o más tablas, cada una de las cuales tiene una estructura definida que especifica los campos o columnas que se almacenan en ella. El modelo entidad relación del proyecto puede mostrarse una manera más condensada, como se puede observar en la Fig.8.

Fig 8. Modelo base de datos



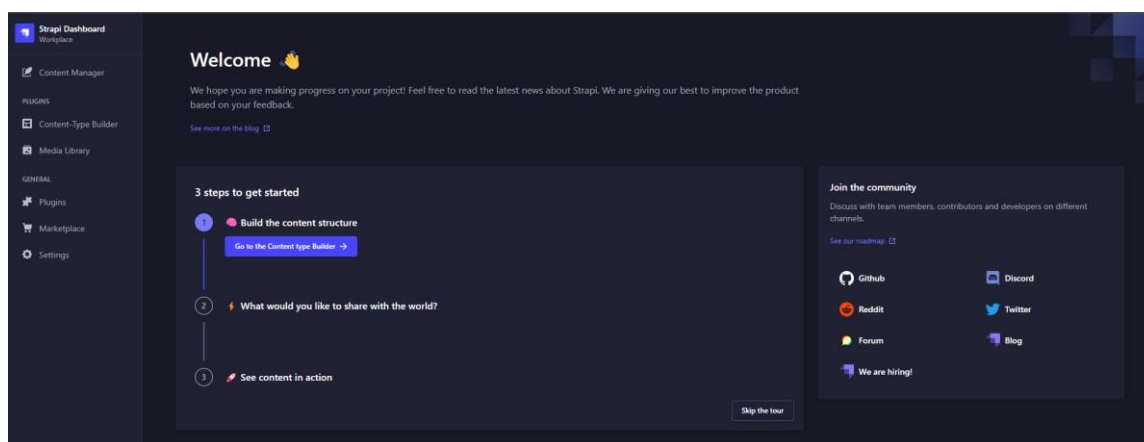
**Codificación**

El prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille se realizó con la herramienta Strapi (Backend) basado en node.js, Ionic (Frontend) y Mysql 5.7 (Base de Datos). El sistema tiene dos tipos de usuarios:

- **Administrador:** encargados de la configuración y administración de los juegos (crear, actualizar, eliminar).
- **Jugador (Estudiante):** usuarios quienes podrán interactuar con el software para realizar los prácticas y juegos propuestos por los docentes.

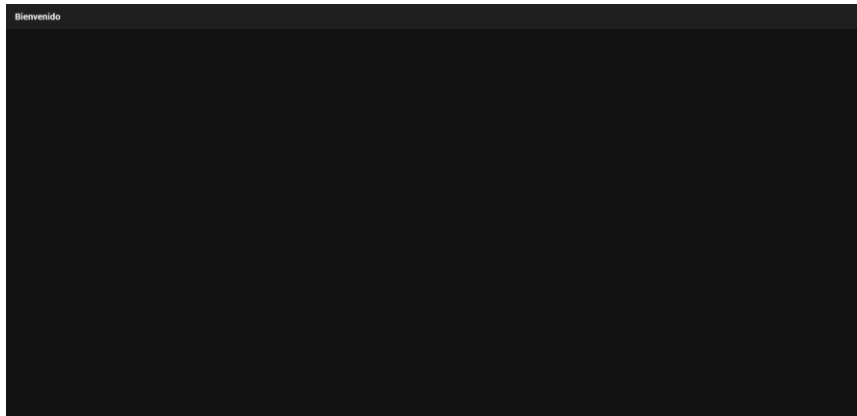
El prototipo de software para enseñanza-aprendizaje de braille fue desarrollado para niños de 7 a 10 años, de acuerdo a las necesidades proporcionadas por los docentes de la Unidad Educativa Especial. El prototipo de software es muy amigable y permite a los docentes subir el contenido de cada juego como: cuentos, juegos matemáticos, sonidos de animales. También, se cuenta con el módulo de práctica donde el niño podrá mejorar las habilidades de asimilación del braille con cualquier tecla alfanumérica del teclado. La pantalla de administración se muestra en la Fig. 9.

Fig 9. Pantalla principal de la administración del prototipo de software.



El prototipo de software no cuenta con una interfaz gráfica de usuario en la capa del Frontend. Sin embargo, posee las funciones de transformación de texto a voz para poder comunicarse con el usuario y la función de voz para escuchar las teclas alfanuméricas presionadas.

Fig 10. Presentación del inicio del Frontend



Luego de haber desarrollado el prototipo de software se capacitó a los docentes en el uso y administración del software. En como se deben ingresar los datos en la base de datos a través del backend. Una vez que están registrados los datos para los juegos, el sistema les permitirá usar uno de los dos módulos que son:

#### **Módulo de práctica**

En este módulo el estudiante tendrá un tiempo límite 5 minutos para practicar presionando cualquier tecla alfanumérica para que el software le diga que tecla fue presionada. El tiempo fue un requerimiento de los docentes. La validación del rango de teclas que podrán presionar se utilizó expresiones regulares.

#### **Módulo de Juegos**

En este módulo, incluye 5 juegos, los cuales del A3 hasta el A5 es obligatorio que el usuario administrador haya configurado previamente. Los juegos restantes usan números y oraciones aleatorias dentro de la lógica de programación, al inicio de cada juego se le indica las instrucciones al usuario. A continuación, se describe la funcionalidad de cada uno:

**Juego de Laberinto:** el software le mencionara aleatoriamente que flechas de dirección debe presionar para poder salir del laberinto, si el estudiante presiona mal la tecla, se le indicara que podrá presionar las veces que sea necesario hasta presionar la correcta, al llegar al final del laberinto el programa le mencionara “Ha salido del laberinto”.

**Juego de “Mucho-Poco-Nada”:** este juego le ayudara a relacionar las palabras con las cantidades numéricas, las teclas que el estudiante presione son: P=Poco (número menor exceptuando el cero), M=Mucho (el valor mayor), N=Nada (número cero). El software le mencionará 3 cantidades escogidas aleatoriamente no repetidas, siempre en distinto

orden, entre la lista de números siempre se existirá el cero. Posteriormente el estudiante deberá presionar las teclas en el orden correcto, ejemplo.

Lista que el programa mencionara

[1,0,3]

Ingreso correcto del estudiante.

[P,N,M]

**Cuentos:** el estudiante escuchará un cuento, al finalizar el mismo deben responder una pregunta de opción múltiple, que para seleccionar la respuesta se le indicara que debe de presionar alguna de las siguientes teclas A, B, C o D que estarán ligadas con una respuesta, si la respuesta seleccionada es errónea volverá empezar el juego.

**Operaciones Matemáticas:** El software recupera de forma aleatoria una operación matemática previamente ingresadas desde el Backend, la cual se le hace escuchar al estudiante. El niño debe presionar el resultado a través del teclado numérico, si el resultado es erróneo, el software indicará que debe presionar el resultado correcto.

**Sonidos de Animales:** este juego le ayudara al niño a relacionar sonidos con las letras del inicio del nombre de cada animal. El software le hace escuchar al estudiante un sonido de un animal escogido aleatoriamente, y el estudiante deberá presionar la tecla con la que empieza el nombre del animal.

### **Pruebas**

En el primer día que se realizó las pruebas con los niños de la Unidad Educativa Especial Claudio Neira Garzón surgieron ciertos bugs (errores) conforme fueron realizando las pruebas. Los profesores sugirieron realizar las operaciones matemáticas con dos dígitos puesto que los niños pueden ayudarse con el ábaco, y también acotaron en realizar un tiempo de 5 minutos de práctica.

Una vez corregidos los bugs, y tomado en cuenta las sugerencias de las profesoras, los niños tuvieron un mayor interés en los juegos y práctica. También, tenía una gran interacción con el prototipo de software, dando como buen resultado que los estudiantes querían seguir usándolo por mayor tiempo.

En la última semana de pruebas, los estudiantes se mostraron entusiasmados con el prototipo de software. Además, los estudiantes tenían mayor destreza en la interacción con las actividades que debían realizar. Los niños estaban muy emocionados cada vez que se repetían las pruebas los niños de mostraban emocionados. Como se muestra en la Fig. 11

Fig 11. Interacción de estudiantes de la Escuelita Neira Garzón con el prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille



El prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille ha sido desarrollado según las necesidades de los usuarios y ha sido validado a través de pruebas constantes con estudiantes y profesores, permitiendo aplicar cambios significativos para que el prototipo se adapte a sus necesidades. Los comentarios recibidos por los usuarios fueron los siguientes:

- El mejor manejo de la librería de texto a voz.
- El uso del sistema en el aula complementa la enseñanza del profesor y facilita el aprendizaje.

También, se notó una mejora en la habilidad de memoria y su capacidad motora. Sin embargo, el sistema se encuentra en su fase inicial de desarrollo y se seguirá agregando funcionalidades que permitan abordar completamente los contenidos de la asignatura de Lengua y Literatura.

Tabla 2. Modo de medición

Bueno	
Regular	
Malo	

Tabla 3. Rendimiento de software con respecto a los 3 días de visitas que se hizo

	DIA 1	DIA 2	DIA 3
Usabilidad	Red	Yellow	Green
Rendimiento	Red	Yellow	Green
Mantenibilidad	Yellow	Yellow	Green
Portabilidad	Green	Green	Green

## Despliegue

El despliegue o implementación del prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille se realizó en un servidor Centos 7, con las herramientas Docker y Docker-Compose como orquestador. Los pasos a seguir fueron los siguientes;

1. Crear los dockerfile del Frontend, Backend y Mysql 5.7.
2. Crear el Docker Compose para la orquestación.
3. Instalar Docker en el sistema operativo Centos 7
4. Correr el orquestador con el siguiente comando “docker-compose up”
5. Verificar que el sitio web este desplegado, se lo puede hacer ingresando a través de la IP pública.

## CONCLUSIONES

La tecnología desempeña un papel fundamental en el desarrollo de la humanidad al facilitar la vida de las personas. La educación no es una excepción, y a través de este prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. El software proporciona una valiosa ayuda en el área de las matemáticas. El juego "Mucho, Poco o Nada" ayuda a los estudiantes a relacionar cantidades mayores, menores y vacías. Asimismo, el juego de "Operaciones Matemáticas", con la ayuda del ábaco, pone a prueba la destreza del estudiante en operaciones de suma y resta de una y dos cifras.
2. Puede ser una herramienta muy eficaz en la enseñanza de la asignatura de Lengua y Literatura para niños no videntes, mediante la librería de texto a voz. El sistema se encuentra en su fase inicial de desarrollo por lo que es importante continuar agregando funcionalidades que permitan abordar completamente los contenidos de la asignatura mencionada. El software puede mejorar la accesibilidad y la

inclusión de las personas con discapacidad visual para aprender el sistema del lenguaje braille con juegos interactivos.

3. Se puede mejorar la accesibilidad y la inclusión de las personas con discapacidad visual para el aprendizaje del lenguaje braille con la ayuda de juegos interactivos.
4. Puede ser exportado tanto a web como un aplicativo Android, volviéndole accesible para toda clase de personas.
5. Mejora el trabajo en equipo. En las pruebas realizadas se pudo observar que los niños trabajaban en equipos para resolver los distintos problemas presentados en el proceso.
6. Como es una versión beta, el prototipo puede ser mejorado, puesto que es de código abierto y se puede encontrar en el repositorio con el nombre de BRAILLEFRONTEND y BRAILLEBACKEND.
7. El prototipo de software puede ser usado para cualquier niño, con o sin discapacidad, ya que está diseñado para que cualquiera pueda tener acceso al aplicativo.

El software de discapacidad visual es una herramienta práctica para la enseñanza y aprendizaje, que tiene como cometido, mejorar la calidad de vida de estas personas no videntes. La evolución continua de estas soluciones de software es importante para satisfacer las necesidades cambiantes de las personas con discapacidad visual.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Institución Claudia Neira Garzón por el apoyo en la elaboración de mi artículo científico. El compromiso y la experiencia de su cuerpo docente y administrativo me guiaron a través de todas las etapas del proceso de investigación y me brindaron un apoyo invaluable. Además, la disponibilidad de instalaciones y recursos en la institución enriqueció mi experiencia académica al darme acceso a herramientas y equipos especializados que mejoraron la calidad y precisión de mi trabajo de investigación. Su constante búsqueda de la excelencia académica ha sido su constante motivación para superar retos y alcanzar la excelencia.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Campoverde-Molina, M., Reina Alvarado, J. M., & Carangui Delgado, A. G. (2018). Propuesta de un sistema de aprendizaje de lengua de señas basado en las tecnologías de la información y comunicación. *Killkana Técnica*, 2(1), 1-12.

- CONADIS. (2023). <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec>. Obtenido de <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>
- Erdem, H., & Yakut, A. D. (2022). The Lived Experiences of Teachers with Visual Impairments in the Inclusion of Students with Visual Impairments: A Phenomenological Study. *Sakarya University Journal of Education*, 12(2).
- Jaramillo-Cerezo, A., Torres-Yepes, V., Franco-Sánchez, I., & Arias-Urbe, J. (2022). Etiología y consideraciones en salud de la discapacidad visual en la primera infancia: revisión del tema. *Rev. mex. oftalmol*, 96(1).
- Kumar, Kanimozhi, & Shruthi. (2023). An Effective Approach of English Braille to Text Conversion for Visually Impaired Using Machine Learning Technique. . *Easy Chair Preprint*.
- Leyva-Vallejo, K., Alarcón-Barrera, L., & Ortigón-Cortázar, L. (2016). Exploración del diseño y arquitectura web. Aplicación a páginas electrónicas del sector bancario desde la perspectiva del usuario. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 80(41).
- Muñoz-Sevilla, J. A. (2012). Las tic y la discapacidad visual. *Centro de Investigación Desarrollo y Aplicación Tiflotécnica*, 293-308.
- Organización Mundial de la - Salud. (2023). Obtenido de <https://acortar.link/pc31B>
- Organización Panamericana de la-Salud. (2023). Obtenido de <https://www.paho.org/es/temas/salud-visual>
- Pazmiño-Piedra, J. P. (2019). Percepción docente sobre la inclusión de estudiantes con discapacidad en el salón de clases. *Rev. Científica*, 1, 85-103.
- Peñas, D., & Fuenmayor, A. (2010). Accesibilidad a las tecnologías de información y comunicación por los discapacitados visuales. *Revista de Artes y Humanidades Unica*, 11(3).
- Salud-Pública, M. d. (2018). En *Calificación de la discapacidad - Manual* (pág. 337). Quito.
- Shokat, S., Riaz, R., Rizvi, S., & Khan, I. (2022). Characterization of English Braille Patterns Using Automated Tools and RICA Based Feature Extraction Methods. *Sensor*, 22(1836).
- StrapiConf. (2023). *Strapi* . Obtenido de <https://strapi.io/>
- Taylor, P. (2009). *Text-to-Speech*. New York: Cambridge University Press.
- Tristán, G. D., Arcia, A., Pérez, R., & Montes, H. (2017). Aplicación Móvil para el Monitoreo de Personas con Discapacidad Visual. *Tecnología y accesibilidad*, 1, 1-93.

## ANEXOS

Santiago Alberto Alulema Asqui portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0105784847. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE BRAILLE" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 26 de octubre de 2023



F: .....

**Santiago Alberto Alulema Asqui**

**C.I. 0105784847**