

**DISEÑO INCLUSIVO: ADAPTACIÓN DEL FRONTEND PARA MEJORAR LA
ACCESIBILIDAD WEB EN NIÑOS CON DISLEXIA, TDAH Y TRASTORNO DEL
ESPECTRO AUTISTA**

**INCLUSIVE DESIGN: ADAPTING THE FRONTEND TO IMPROVE WEB
ACCESSIBILITY FOR CHILDREN WITH DYSLLEXIA, ADHD, AND AUTISM SPECTRUM
DISORDER**

Autores: ¹Evelyn Janina Lucin Yagual y ²Oscar Alexander López Gorozabel.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0347-5924>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0640-9953>

¹E-mail de contacto: elucin1509@utm.edu.ec

²E-mail de contacto: oscar.lopez@utm.edu.ec

Afiliación: ^{1*2}Universidad Técnica de Manabí, (Ecuador).

Artículo recibido: 14 de Agosto del 2026.

Artículo revisado: 16 de Agosto del 2026.

Artículo aprobado: 16 de Agosto del 2026.

¹Estudiante de pregrado de la carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad Técnica de Manabí, (Ecuador).

²Ingeniero en Sistemas Informáticos, graduado de la Universidad Técnica de Manabí, (Ecuador). Licenciado en Trabajo Social, graduado de la Universidad Técnica de Manabí, (Ecuador). Máster Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos, graduado de la Universidad Internacional de la Rioja, (España). Docente a tiempo completo en la Universidad Técnica de Manabí, (Ecuador).

Resumen

Las plataformas digitales han transformado la educación, evidenciando la necesidad de entornos accesibles para estudiantes con dislexia, TDAH y TEA. El estudio desarrolló una interfaz web inclusiva basada en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y las pautas WCAG 2.2, orientada a mejorar la comprensión, reducir barreras cognitivas y optimizar la experiencia mediante personalización, apoyo multimodal y control de estímulos. Se aplicó un enfoque mixto con diseño iterativo en cinco fases: revisión sistemática (PRISMA), prototipos UX/UI (A/B), evaluación por expertos con escala Likert, implementación (W3.CSS, Node.js–Express y PostgreSQL) y validación con usuarios. Participaron 9 expertos y 15 niños de 5 a 8 años. Se utilizaron Parsifal, Figma y cuestionarios estructurados. El prototipo 2 obtuvo mejor valoración (4.88 vs. 4.0), destacando en accesibilidad, navegación y apoyo multimodal. Funciones como lectura en voz alta, personalización tipográfica y estructura clara redujeron la carga cognitiva. Los usuarios mostraron alta aceptación en comprensión, motivación y usabilidad, aunque persistieron retos en legibilidad, navegación y regulación emocional, especialmente en TDAH. Se concluye que la accesibilidad

efectiva requiere adaptabilidad más allá de lo funcional, y que integrar DUA y estrategias multimodales mejora significativamente el aprendizaje inclusivo.

Palabras clave: Accesibilidad digital, DUA, dislexia, TDAH, TEA.

Abstract

Digital platforms have transformed education, highlighting the need for accessible environments for students with dyslexia, ADHD, and ASD. This study developed an inclusive web interface based on Universal Design for Learning (UDL) and the WCAG 2.2 guidelines, aimed at improving comprehension, reducing cognitive barriers, and optimizing the user experience through personalization, multimodal support, and stimulus control. A mixed-methods approach with an iterative design was applied in five phases: systematic review (PRISMA), UX/UI prototypes (A/B testing), expert evaluation using a Likert scale, implementation (W3.CSS, Node.js–Express, and PostgreSQL), and user validation. Nine experts and 15 children aged 5 to 8 participated. Parsifal, Figma, and structured questionnaires were used. Prototype 2 received the best rating (4.88 vs. 4.0), excelling in accessibility, navigation, and multimodal support. Features such as text-to-

speech, typographic customization, and a clear structure reduced cognitive load. Users showed high acceptance in terms of comprehension, motivation, and usability, although challenges persisted in readability, navigation, and emotional regulation, especially among individuals with ADHD. It is concluded that effective accessibility requires adaptability beyond mere functionality, and that integrating UDL and multimodal strategies significantly improves inclusive learning.

Keywords: Digital accessibility, UDL, dyslexia, ADHD, ASD.

Sumário

As plataformas digitais transformaram a educação, evidenciando a necessidade de ambientes acessíveis para alunos com dislexia, TDAH e TEA. Este estudo desenvolveu uma interface web inclusiva baseada no Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) e nas diretrizes WCAG 2.2, com o objetivo de melhorar a compreensão, reduzir barreiras cognitivas e otimizar a experiência do usuário por meio de personalização, suporte multimodal e controle de estímulos. Uma abordagem de métodos mistos com design iterativo foi aplicada em cinco fases: revisão sistemática (PRISMA), protótipos de UX/UI (testes A/B), avaliação por especialistas utilizando a escala Likert, implementação (W3CSS, Node.js–Express e PostgreSQL) e validação por usuários. Nove especialistas e 15 crianças de 5 a 8 anos participaram do estudo. Foram utilizados os softwares Parsifal, Figma e questionários estruturados. O protótipo 2 obteve a melhor avaliação (4,88 vs. 4,0), destacando-se em acessibilidade, navegação e suporte multimodal. Recursos como texto para fala, personalização tipográfica e uma estrutura clara reduziram a carga cognitiva. Os usuários demonstraram alta aceitação em termos de compreensão, motivação e usabilidade, embora persistissem desafios em relação à legibilidade, navegação e regulação emocional, especialmente entre indivíduos com TDAH. Conclui-se que a acessibilidade eficaz requer adaptabilidade que vai além da mera funcionalidade e que a integração do DUA

(Desenho Universal para Aprendizagem) e estratégias multimodais melhora significativamente a aprendizagem inclusiva.

Palavras-chave: Acessibilidade digital, DUA, dislexia, TDAH, TEA (Transtorno do Espectro Autista).

Introducción

En los últimos años, las plataformas digitales han evolucionado hasta convertirse en herramientas esenciales de la educación, modificando la forma en que docentes y estudiantes interactúan con los contenidos. Este cambio ha puesto en evidencia la importancia de crear entornos web accesibles, capaces de atender la diversidad de necesidades del estudiantado, especialmente de aquellos que requieren apoyos educativos específicos. Investigaciones recientes (Lorusso et al 2024; Al-Dokhny, Bukhamseen y Drwish, 2022; Benalcazar et al, 2023) muestran que permitir la personalización de la lectura, como ajustar tipografía, tamaño de fuente, espaciado o incorporar asistencia por voz, puede mejorar significativamente la comprensión lectora y la experiencia digital de estudiantes con dislexia. Por otro lado, estudios sobre experiencia de usuario (Sharif, 2025; Valencia et al. 2021) señalan que los estudiantes con Trastorno del Espectro Autista (en adelante TEA) enfrentan desafíos particulares, como la sobrecarga visual y las demandas atencionales, que dificultan la interacción efectiva con las plataformas educativas.

En Ecuador, la inclusión educativa y la accesibilidad digital siguen siendo retos importantes, en línea con las políticas del Ministerio de Educación dirigidas a apoyar a estudiantes con necesidades educativas específicas (Ministerio de Educación del Ecuador, 2024). A pesar de esto, muchas plataformas todavía presentan problemas de diseño, como navegación poco intuitiva,

tipografías difíciles de leer y limitadas opciones de personalización, lo que aumenta las barreras para estudiantes neurodivergentes. Frente a esta situación, el presente estudio propone desarrollar un prototipo de interfaz inclusiva basado en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (en adelante DUA) y las pautas de accesibilidad web WCAG 2.2, implementado con W3.CSS. Su propósito es facilitar el acceso y mejorar la experiencia de uso para estudiantes con dislexia, Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (en adelante TDAH) y TEA, apoyándose en criterios de usabilidad, personalización de la lectura y tecnología asistiva.

La relevancia de esta propuesta radica en su potencial para reducir barreras cognitivas y sensoriales, fortalecer la comprensión de contenidos y fomentar la autonomía de los estudiantes. Además, ofrece guías prácticas para docentes y desarrolladores que buscan crear entornos digitales más inclusivos, contribuyendo así a una educación más equitativa y accesible. La personalización tipográfica es un componente clave en el diseño de entornos digitales accesibles, especialmente para estudiantes con dislexia, debido a que permite ajustar el texto según sus necesidades perceptivas. Investigaciones recientes como la de (Day et al, 2024) han demostrado que variables como el tipo de fuente (sin serifas como Arial, Instrument Sans, Inter, Open Sans, Verdana, OpenDyslexic, Dyslexie, entre otras), el espaciado entre caracteres y la estructura visual del texto influyen directamente en la velocidad y comprensión lectora.

Asimismo, Pellicer et al (2025), manifiesta que la modificación de variables como el tamaño de fuente, el espaciado entre letras y líneas, así como el contraste cromático, contribuye significativamente a mejorar la legibilidad y reducir el esfuerzo cognitivo durante la lectura.

Según Kristjánsson y Sigurdardottir (2023), esto se debe a que la dislexia es un trastorno neurológico que, además del déficit fonológico, implica dificultades en el procesamiento visual de las letras y símbolos escritos. Por lo tanto, permitir que el usuario controle la apariencia del texto no solo mejora la legibilidad, sino que también fortalece la autonomía del estudiante y reduce la sobrecarga cognitiva asociada al proceso de lectura. Este enfoque contribuye a crear entornos educativos más inclusivos y centrados en el usuario.

Las tecnologías asistidas integradas en plataformas educativas digitales han redefinido significativamente la manera en que los estudiantes con dificultades de aprendizaje acceden, procesan e interactúan con la información académica. Estas herramientas incluyen lectores de texto automatizados, sistemas de reconocimiento de voz, asistentes virtuales y algoritmos basados en inteligencia artificial que adaptan los contenidos según el perfil cognitivo del usuario. Según Melo López et al. (2025) estas herramientas permiten proporcionar apoyo personalizado que mejora la accesibilidad y la participación del estudiante, facilitando la comprensión de contenidos complejos mediante adaptaciones dinámicas. En esta misma línea de investigación, Li, Yan y Zeng (2025) señalan que es posible integrar sistemas inteligentes para identificar patrones de aprendizaje y ajustar el nivel de dificultad, lo que favorece una experiencia educativa más eficiente y centrada en las necesidades del estudiante.

Además, la tecnología asistida contribuye a reducir barreras cognitivas mediante el uso de múltiples formatos de representación de la información, incluyendo audio, imágenes interactivas y texto simplificado. Para Aloisi (2023) este enfoque multimodal permite que los estudiantes procesen la información utilizando

sus canales cognitivos más efectivos, lo que mejora la retención y la comprensión. Del mismo modo, Bustamante Ayala et al (2025) destacan que las plataformas educativas accesibles promueven la autonomía del estudiante al permitirle controlar la velocidad de aprendizaje, personalizar el contenido y recibir retroalimentación inmediata. Por lo que podría considerarse que las plataformas educativas digitales dejan de ser entornos pasivos y se convierten en sistemas adaptativos que responden a las necesidades individuales del usuario, fortaleciendo la equidad educativa y facilitando la inclusión de estudiantes con diversas capacidades cognitivas.

La gamificación se ha consolidado como una estrategia innovadora para mejorar el aprendizaje en estudiantes con dificultades de lectura y escritura, al integrar elementos motivacionales propios de los videojuegos en contextos educativos. Este enfoque utiliza recompensas, retroalimentación inmediata, niveles progresivos y desafíos personalizados que fomentan la participación y reducen la percepción de dificultad en el proceso de aprendizaje.

Sukiman (2025) afirma que las interfaces gamificadas diseñadas para estudiantes con dislexia deben considerar principios de accesibilidad cognitiva, incluyendo la simplificación del contenido y la personalización del ritmo de aprendizaje. Estas características permiten que los estudiantes interactúen con el contenido de manera progresiva, fortaleciendo sus habilidades lingüísticas mediante la repetición guiada y el refuerzo positivo. Otros estudios como el de Pandey et al. (2025) han demostrado que el uso de entornos gamificados mejora significativamente la motivación, la atención y el compromiso académico, especialmente en estudiantes con dificultades de aprendizaje. La

interacción constante con elementos visuales, auditivos y táctiles estimula múltiples áreas cognitivas, lo que facilita la consolidación del conocimiento.

Además, según Núñez et al. (2025), la gamificación contribuye al desarrollo de habilidades metacognitivas, debido a que permite al estudiante monitorear su progreso y autorregular su aprendizaje. Por ende, la gamificación no solo mejora el rendimiento académico, sino que también fortalece la confianza del estudiante, reduce la ansiedad asociada al aprendizaje y promueve una experiencia educativa más inclusiva y significativa. La inteligencia artificial ha emergido como una herramienta clave para mejorar la comprensión lectora mediante la implementación de sistemas inteligentes basados en andamiaje semántico que facilitan el procesamiento de la información. Estos sistemas analizan el contenido textual y proporcionan explicaciones contextuales, definiciones simplificadas y apoyo visual que permiten al estudiante comprender conceptos complejos de manera progresiva.

Autores como Li et al. (2025) sostienen que la inteligencia artificial permite adaptar el contenido educativo en tiempo real, lo que mejora significativamente la comprensión y la retención de la información. Este proceso de adaptación personalizada facilita la construcción del conocimiento al proporcionar apoyo específico en los puntos donde el estudiante presenta mayores dificultades. Además, investigaciones recientes como la de Villegas et al. (2025), indican que actualmente existen sistemas de tutoría inteligente basados en IA con la capacidad de identificar patrones de comprensión y ajustar el contenido según las necesidades del usuario, lo que favorece un aprendizaje más eficiente. Este tipo de andamiaje semántico permite reducir la carga

cognitiva al presentar la información de manera estructurada, lo que no solo mejora la comprensión lectora, sino que también promueve un aprendizaje más autónomo, personalizado e inclusivo.

El diseño de interfaces accesibles desde el punto de vista cognitivo es esencial para garantizar que los usuarios puedan interactuar con los sistemas digitales de manera eficiente y comprensible. Según Choi y Seo (2024) destacan que el diseño basado en principios de accesibilidad y usabilidad mejora significativamente la experiencia de aprendizaje y facilita la comprensión del contenido digital. Estos principios incluyen el uso de estructuras jerárquicas claras, navegación intuitiva y elementos visuales consistentes.

Asimismo, para Leong (2025) el uso de patrones de diseño centrados en el usuario permite reducir la carga cognitiva al facilitar la identificación de información relevante y minimizar la confusión. Lo anterior, implica la incorporación de ayudas visuales, como iconos, resaltado de texto y retroalimentación interactiva, esto contribuye a mejorar la comprensión y la retención de información. Además, Tim citado por World Wide Web Consortium (W3C, 2026) afirma que el poder de la web está en su universalidad, que sea accesible beneficia no solo a personas con discapacidades cognitivas, sino a todos los usuarios, al mejorar la claridad y la eficiencia de la interacción. En efecto, la aplicación de patrones de diseño accesibles contribuye a crear entornos digitales más inclusivos y eficaces.

El diseño de experiencias de usuario para niños con TEA requiere la aplicación de estrategias específicas orientadas a la estructuración clara del entorno digital, la organización jerárquica del contenido y la distribución visual ordenada

sin sobrecarga de información. De acuerdo con García et al (2024), los sistemas dirigidos a usuarios con TEA deben priorizar la consistencia visual, uso uniforme de colores, tipografías e iconografía, junto con la simplicidad de la interfaz, reduciendo elementos distractores e incorporando instrucciones breves y directas. Estas estrategias disminuyen la incertidumbre y facilitan la comprensión del entorno digital.

Además, para Miranda Herrera et al (2025), resulta clave integrar apoyos visuales claros, como pictogramas e iconos comprensibles que acompañen el texto, así como mecanismos de control de estímulos sensoriales que permitan activar o desactivar sonidos, evitar animaciones bruscas y regular la intensidad cromática. Tal como señalan Putri y Saidah (2025), la gestión adecuada de los estímulos contribuye a mejorar la concentración y la interacción. Desde la experiencia, la personalización de la interfaz, ajuste de tamaño de texto, contraste, colores y nivel de complejidad, constituye otra estrategia central para adaptar el entorno a las necesidades individuales. Complementariamente, la incorporación de retroalimentación inmediata y positiva, indicadores de progreso y guías visuales anticipatorias fortalece la autonomía y promueve una experiencia de aprendizaje accesible, comprensible y cognitivamente inclusiva para niños con TEA.

La accesibilidad digital es especialmente importante para estudiantes con TDAH, quienes presentan dificultades relacionadas con la atención sostenida y la organización cognitiva, por lo que el diseño de interfaces simples, estructuradas y con estímulos controlados facilita la concentración y mejora el procesamiento de la información. Para Gkora (2024), los entornos digitales que utilizan segmentación del contenido y retroalimentación inmediata mejoran significativamente la

atención y el rendimiento académico en estudiantes con TDAH. Asimismo, Figueroa Pozo et al (2023) manifiestan que la incorporación de recursos digitales interactivos y la posibilidad de controlar el ritmo de aprendizaje contribuyen a mejorar la autorregulación. Además, la reducción de distracciones visuales y la organización clara del contenido facilitan la navegación y mejoran la experiencia del usuario.

DUA representa un enfoque pedagógico que busca garantizar que todos los estudiantes puedan acceder al contenido educativo sin barreras, mediante el uso de múltiples formas de representación, expresión y participación. Estudios recientes como el de (De la Fuente González, Menéndez Álvarez y Rodríguez Martín, 2025) señalan que este enfoque contribuye a eliminar barreras estructurales del currículo, promoviendo entornos educativos más accesibles, inclusivos y centrados en el estudiante. Además, DUA se fundamenta en la premisa de que la diversidad es una característica inherente del alumnado, por lo que los entornos educativos deben diseñarse desde el inicio considerando diferentes necesidades cognitivas, sensoriales y sociales.

Una investigación similar es la de (Seymour, 2024) donde afirma que la incorporación de recursos accesibles, estructuras claras de aprendizaje, comunicación efectiva y oportunidades de interacción fortalece la presencia cognitiva y social del estudiante, favoreciendo su integración activa en el proceso educativo. Lo que reitera (Rogers Shaw, Carr Chellman y Choi, 2017) al considerar que DUA permite desarrollar entornos de aprendizaje accesibles mediante el uso de tecnologías digitales, evaluaciones flexibles y estrategias pedagógicas diferenciadas. Al mismo tiempo, el Centre for Applied Special Technology (CAST, 2024) destaca que el diseño universal constituye

un marco basado en principios y pautas que orientan la creación de experiencias educativas inclusivas desde su concepción inicial, eliminando barreras antes de que estas afecten al estudiante. Este enfoque no solo beneficia a estudiantes con discapacidad, sino que mejora la experiencia educativa de todo el alumnado al promover la accesibilidad, la usabilidad y la flexibilidad en el diseño curricular. Para Choi y Seo (2024), el DUA se vincula directamente con el desarrollo de entornos educativos digitales accesibles, donde la integración de principios de accesibilidad y experiencia de usuario permite maximizar la participación, el aprendizaje significativo y la equidad educativa.

Adicionalmente, investigaciones como la de Espada et al. (2023) demuestran que el diseño universal favorece el desarrollo de competencias digitales inclusivas y fortalece la formación docente, debido a que los educadores que poseen mayor conocimiento del DUA tienden a implementar prácticas pedagógicas más accesibles y adaptativas. De acuerdo con las premisas anteriores, DUA representa una estrategia clave para promover la equidad educativa en entornos contemporáneos, especialmente en contextos digitales. Su aplicación permite anticipar y eliminar barreras, fomentar la participación del estudiante y garantizar un acceso equitativo al conocimiento.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar y validar un prototipo de interfaz web educativa inclusiva, basado en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y las pautas de accesibilidad WCAG 2.2, orientado a reducir las barreras cognitivas y mejorar la comprensión, la navegación y la experiencia de usuario de niños con dislexia, Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad

(TDAH) y Trastorno del Espectro Autista (TEA). Para ello, se integran criterios de accesibilidad, usabilidad, personalización, apoyo multimodal y control de estímulos, con el propósito de favorecer entornos digitales más adaptables, autónomos y equitativos que respondan a la diversidad de necesidades presentes en los contextos educativos actuales.

Materiales y Métodos

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado y centrado en el usuario, orientado al diseño inclusivo de una interfaz web educativa denominada DiverAula, dirigida a niños con dislexia, Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) y Trastorno del Espectro Autista (TEA). Se empleó una metodología mixta, integrando componentes cualitativos y cuantitativos, mediante un proceso iterativo estructurado en cinco fases, con el propósito de garantizar la sistematicidad, reproducibilidad y posibilidad de replicación del estudio en contextos educativos similares. En la primera fase se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo los lineamientos PRISMA, utilizando la plataforma Parsifal para gestionar la identificación y selección de estudios, la extracción de información y el registro de las decisiones adoptadas durante el proceso.

Para la búsqueda se consultaron bases de datos científicas como Scopus, Google Scholar e IEEE Xplore, además de documentación técnica procedente de organismos especializados, entre ellos el Centre for Applied Special Technology (CAST) y el World Wide Web Consortium (W3C). A partir de esta revisión se elaboró una matriz de requisitos de accesibilidad y usabilidad diferenciada según las necesidades asociadas con dislexia, TDAH y TEA, la cual constituyó la base para orientar las decisiones posteriores relacionadas con el diseño de la interfaz. En la segunda fase se

desarrolló el diseño UX/UI y el prototipado A/B. Para ello, se elaboraron dos prototipos de alta fidelidad mediante Figma, los cuales incorporaron el flujo completo de interacción del usuario, incluyendo la pantalla de bienvenida, el ingreso del nombre mediante un teclado en pantalla, la selección de avatar, el tablero de módulos y las actividades educativas. Durante el proceso de diseño se aplicaron los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y las pautas de accesibilidad WCAG 2.2, considerando aspectos como el contraste visual, la legibilidad del contenido, la claridad de la navegación, la consistencia de los elementos gráficos y la reducción de estímulos distractores.

La tercera fase correspondió a la evaluación de los prototipos por parte de expertos. La selección del diseño definitivo se efectuó mediante la valoración de profesionales con experiencia en psicología, desarrollo web, diseño UI/UX y educación digital. Para este propósito se aplicó un cuestionario estructurado con escala tipo Likert, mediante el cual se evaluaron criterios relacionados con la accesibilidad cognitiva, la claridad visual, la consistencia de la interfaz, la facilidad de navegación y la adecuación pedagógica de cada propuesta. Los resultados obtenidos permitieron identificar el prototipo con mejores condiciones de accesibilidad y usabilidad para avanzar hacia su implementación.

En la cuarta fase se realizó la implementación tecnológica del prototipo seleccionado por los expertos. La interfaz fue desarrollada utilizando W3.CSS, HTML5 y CSS3 para el frontend, mientras que Node.js con Express se empleó para el backend y la gestión de las interacciones requeridas por la aplicación. Durante el desarrollo se incorporaron diferentes elementos orientados a favorecer la accesibilidad, entre ellos botones de tamaño adecuado, jerarquía

visual claramente definida, separación apropiada entre controles, iconografía consistente mediante Font Awesome, menús accesibles y mecanismos de retroalimentación inmediata. Asimismo, se implementó un módulo de lectoescritura compuesto por tres actividades educativas: completar palabras, asociar palabras con imágenes y ordenar oraciones.

En la quinta fase se realizó la evaluación de la experiencia de uso de DiverAula con niños con dislexia, TDAH y TEA. Para ello, se aplicó un cuestionario estructurado organizado en dos secciones. La primera recopiló información general de los participantes, incluyendo edad, sexo, grado académico y tipo de trastorno del neurodesarrollo. La segunda estuvo conformada por 11 ítems destinados a valorar diferentes dimensiones de la experiencia de usuario, como la facilidad de comprensión de la interfaz, la percepción del diseño visual en cuanto a colores, dibujos e íconos, la legibilidad del contenido, la facilidad de navegación, la respuesta interactiva de la aplicación, el nivel de distracción experimentado, el grado de satisfacción, la sensación emocional durante la

interacción y la intención de volver a utilizar la plataforma. Esta fase permitió obtener información directa de los usuarios finales y valorar la pertinencia del diseño desde una perspectiva funcional, cognitiva y educativa.

El estudio contó con dos grupos de participantes: expertos y usuarios finales. El primer grupo estuvo conformado por nueve profesionales con experiencia en áreas vinculadas con la psicología educativa, el diseño UX/UI, el desarrollo web y la educación digital, quienes participaron en el proceso de valoración comparativa de los prototipos y en la selección de la propuesta con mejores características de accesibilidad, usabilidad y pertinencia pedagógica. La información relacionada con el perfil profesional y las características relevantes de estos expertos se presenta en la tabla correspondiente. El segundo grupo estuvo constituido por niños con dislexia, TDAH y TEA, quienes participaron en la fase de evaluación de la experiencia de uso de DiverAula y aportaron información sobre la comprensión, navegación, interacción, satisfacción y respuesta emocional generada durante el uso de la interfaz.

Tabla 1. *Expertos que participaron en el estudio.*

Nombres	Área de experiencia
Ing. Gabriel Morejón	Desarrollo web.
Ing. Oscar López	Usabilidad web.
Ing. Ricardo Malla	Proyectos tecnológicos (TIC).
Lcda. Betty Alarcón	Psicología Educativa.
Ing. Roberth Alcivar	Usabilidad web.
Ing. Patricio Toala	Contenido digital educativo.
Ing. Marcos Pazmiño	Diseño gráfico y experiencia de usuario.
Lcda. María Segura	Intervención social con niños que presentan TDAH y TEA.

Fuente: Elaboración propia.

La función de los expertos fue evaluar comparativamente los dos prototipos de alta fidelidad (A/B). Se aplicó un cuestionario tipo Likert (1-5) para valorar la percepción de los expertos, información encontrada en la tabla 2. También, se seleccionó una muestra intencional

de 15 niños entre 5 a 8 años: 5 con dislexia, 5 con TDAH y 5 con TEA. Todos participaron con consentimiento informado de sus representantes legales. Las sesiones se realizaron en entornos supervisados y con acompañamiento profesional.

Tabla 2. Aspectos considerados en el diseño de los prototipos.

Aspectos claves
Alineación con WCAG 2.2.
Aplicación de principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA).
Adecuación para estudiantes con dislexia, TDAH y TEA.
Claridad visual y control de estímulos.
Consistencia gráfica y previsibilidad de navegación.
Usabilidad general y pertinencia pedagógica.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Herramientas utilizadas para el desarrollo de esta investigación.

Herramienta	Descripción
Parsifal	Gestión de la revisión sistemática.
Figma	Diseño de prototipos UX/UI de alta fidelidad.
W3CSS, Node.js (Express), PostgreSQL.	Implementación del prototipo seleccionado por expertos.
Font Awesome	Iconografía consistente y refuerzo visual.
Navegador web	Ejecución de pruebas de usabilidad y accesibilidad en diferentes navegadores (Chrome, Firefox, Edge).
Formularios de Google	Cuestionario para medir la percepción de expertos sobre la pertinencia del prototipo 1 y 2 en relación a aspectos de usabilidad y accesibilidad. Además de otro cuestionario para medir el grado de experiencia de uso por parte de los niños con trastornos del neurodesarrollo.

Fuente: Elaboración propia.

El presente estudio involucró participantes humanos, por lo que se adoptaron medidas éticas estrictas para garantizar su seguridad, privacidad y bienestar. Todos los participantes (niños de 5 a 8 años con dislexia, TDAH y TEA) contaron con consentimiento informado proporcionado por sus padres o tutores legales, explicando claramente los objetivos del estudio, la naturaleza de las actividades y la posibilidad de retirarse en cualquier momento sin consecuencias.

El protocolo de investigación fue revisado y aprobado por un comité de ética institucional, asegurando que los procedimientos cumplieran con los estándares éticos de investigación con menores y poblaciones vulnerables. Respecto al manejo de datos personales, se cumplieron las normativas internacionales de protección de datos, incluyendo principios similares a los del RGPD. Los datos recopilados fueron almacenados de forma segura y se mantuvieron anonimizados, garantizando que ningún participante pudiera ser identificado. En cuanto al uso de tecnologías, se implementaron

medidas para minimizar sesgos y riesgos éticos, asegurando que el prototipo de interfaz fuera accesible, no discriminatorio y respetara la privacidad de los usuarios. Se evaluó cuidadosamente la legibilidad, la organización visual y los apoyos multimodales para reducir posibles impactos negativos en la experiencia de aprendizaje de los participantes. Estas medidas permitieron llevar a cabo el estudio de manera responsable, priorizando la seguridad, el bienestar y la inclusión de los niños participantes.

Resultados y Discusión

A partir de la revisión de literatura gestionada con Parsifal, se ha diseñado la siguiente matriz: Esta matriz permitió diferenciar necesidades específicas asociadas a dislexia, TDAH y TEA, identificando elementos críticos como el uso de tipografías legibles, reducción de carga cognitiva, consistencia visual, retroalimentación inmediata y minimización de distractores. Este resultado constituyó la base conceptual y técnica que orientó las decisiones de diseño e implementación de la interfaz. Para

la segunda fase, se planteó la construcción de dos prototipos que fueron validados por medio de la técnica A/B, utilizada primordialmente para que se pueda seleccionar un prototipo que

cumpla con criterios de usabilidad y accesibilidad enfocados en niños con dislexia, TDAH y TEA.

Tabla 4. Requisitos de accesibilidad y usabilidad.

Categoría	Dislexia	TDAH	TEA
Personalización tipográfica.	Permitir cambiar el tipo de fuente (ej. Arial, Instrument Sans, Inter, Open Sans, Verdana, OpenDyslexic, Dyslexie, etc). Ajustar tamaño, espaciado entre letras, palabras y líneas. Controlar el contraste texto-fondo.	Permitir aumentar tamaño de texto y contraste para facilitar la concentración visual.	Permitir ajustar tamaño, contraste y colores para evitar sobrecarga sensorial. Mantener consistencia tipográfica.
Presentación del contenido.	Mostrar texto segmentado en bloques cortos. Evitar párrafos largos. Incluir resaltado de palabras clave.	Dividir el contenido en secciones pequeñas. Presentar una tarea por pantalla. Priorizar información relevante.	Organizar el contenido de forma estructurada, predecible y jerárquica. Usar instrucciones claras y directas.
Apoyo multimodal.	Integrar lectura en voz alta, audio sincronizado y apoyo visual contextual.	Incorporar elementos interactivos, visuales y auditivos que mantengan la atención.	Incorporar pictogramas, iconos claros y ayudas visuales que acompañen el texto.
Navegación e interfaz.	Diseñar navegación simple, intuitiva y sin sobrecarga visual. Usar iconos claros y consistentes.	Minimizar distracciones visuales. Mantener navegación directa y sin elementos innecesarios.	Mantener una estructura visual consistente, predecible y uniforme en todas las pantallas.
Control del usuario y personalización.	Permitir ajustar velocidad de lectura, formato visual y presentación del contenido.	Permitir controlar ritmo de aprendizaje y pausas. Facilitar reanudación de tareas.	Permitir activar/desactivar sonidos, animaciones y estímulos visuales. Ajustar nivel de complejidad.
Retroalimentación y motivación.	Proporcionar retroalimentación inmediata que refuerce el progreso lector.	Proporcionar retroalimentación inmediata y refuerzos positivos frecuentes.	Proporcionar retroalimentación clara, predecible y positiva. Mostrar indicadores de progreso.
Reducción de carga cognitiva.	Evitar textos complejos. Usar lenguaje claro y apoyo contextual.	Evitar exceso de estímulos visuales o interactivos simultáneos.	Evitar animaciones bruscas, sonidos inesperados y cambios abruptos.
Estructura y organización.	Usar encabezados claros, listas y jerarquías visuales.	Usar secuencias estructuradas y progresivas.	Usar estructura altamente organizada y consistente.
Tecnología asistiva e inteligencia artificial.	Integrar lectores de texto, definiciones contextuales y apoyo semántico automático.	Adaptar el contenido al ritmo de atención del usuario mediante sistemas adaptativos.	Adaptar el entorno según preferencias sensoriales y nivel cognitivo del usuario.
Gamificación y motivación.	Incorporar ejercicios interactivos con refuerzo progresivo de lectura.	Usar recompensas, niveles e indicadores de progreso para mantener la atención.	Usar recompensas estructuradas y predecibles que refuercen la comprensión.

Fuente: Elaboración propia.

El prototipo 1 presenta una interfaz accesible, amigable y centrada en el usuario, diseñada para responder a las necesidades de niños con dislexia, TDAH y TEA mediante diversas estrategias de inclusión. En cuanto a la personalización tipográfica, permite ajustar el tamaño del texto y el contraste, facilitando la legibilidad y reduciendo la fatiga visual, especialmente útil para mantener la atención y evitar la sobrecarga sensorial. La presentación del contenido se organiza en bloques breves y claros, mostrando una tarea por pantalla: como el ingreso del nombre o la selección de módulos, lo que favorece la comprensión progresiva y disminuye la carga cognitiva.

Asimismo, se observa un fuerte apoyo multimodal mediante el uso de iconos, avatares y elementos visuales que acompañan el texto, haciendo más intuitiva la interacción. En términos de navegación e interfaz, el diseño es simple, consistente y predecible, con menús claros y botones destacados que guían al usuario sin distracciones innecesarias. El control del usuario se refleja en opciones visibles de configuración, como el modo claro/oscuro y ajustes de texto, permitiendo adaptar la experiencia a preferencias individuales. Además, el sistema ofrece retroalimentación inmediata y motivadora, evidenciada en pantallas de logro y mensajes positivos al

completar actividades, lo que refuerza el progreso y mantiene el compromiso. La estructura general del prototipo sigue una organización jerárquica y progresiva, con niveles claramente definidos que apoyan el aprendizaje gradual. Además, la integración de

elementos de gamificación, como insignias y recompensas visuales, junto con una interfaz libre de estímulos excesivos, contribuye a una experiencia educativa atractiva, controlada y alineada con principios de accesibilidad cognitiva.

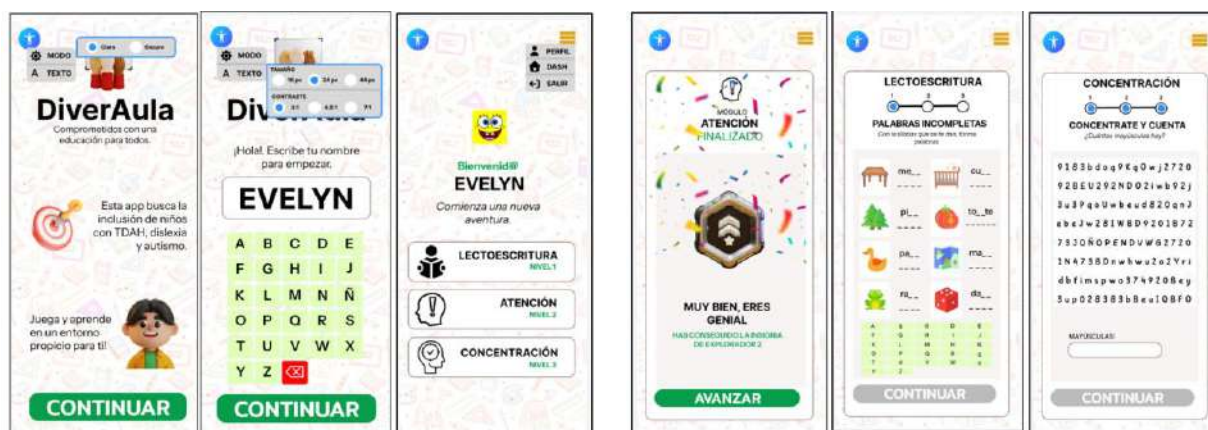


Figura 1. Prototipo 1.

Fuente: Elaboración propia.

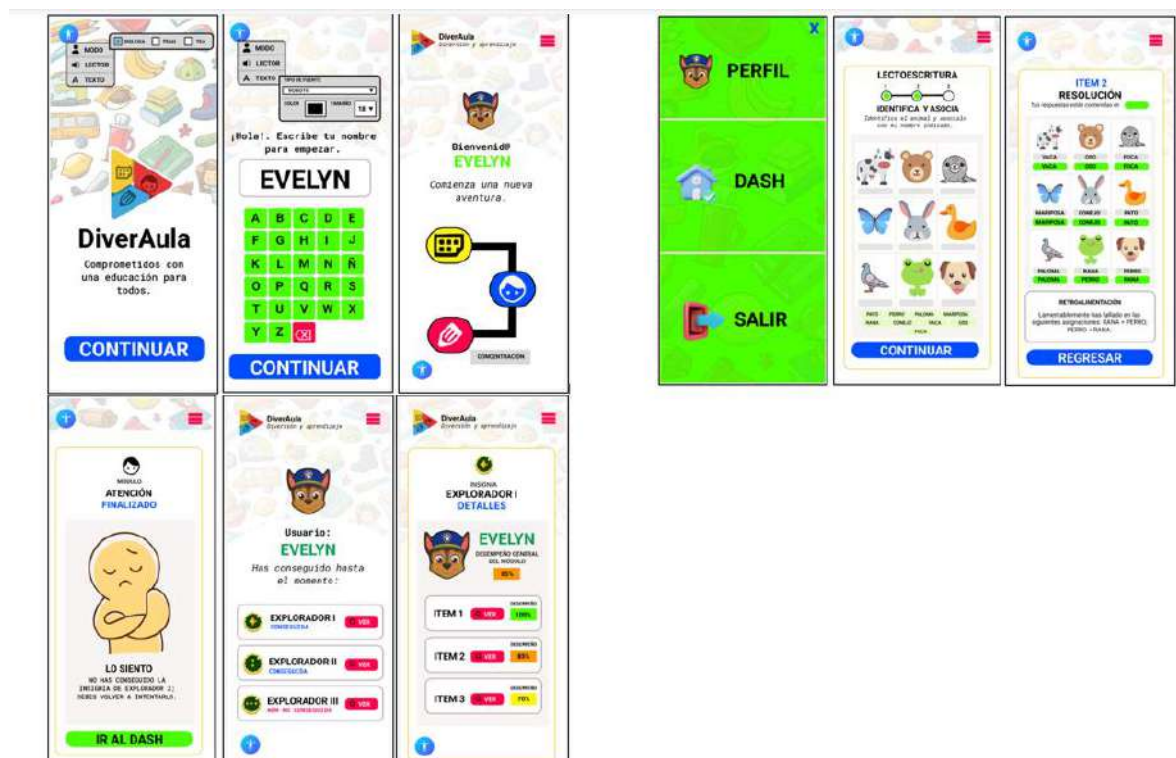


Figura 2. Prototipo 2.

Fuente: Elaboración propia.

El prototipo 2 de DiverAula evidencia un diseño centrado en la accesibilidad cognitiva, incorporando desde el inicio opciones para usuarios con dislexia, TDAH y TEA. Destaca la personalización tipográfica, permitiendo ajustar tipo de fuente, tamaño y contraste para mejorar la legibilidad y la concentración. Integra apoyo multimodal mediante elementos visuales, iconografía y lectura en voz alta, reforzando la comprensión a través de distintos canales. Asimismo, ofrece control al usuario para adaptar el ritmo de aprendizaje y la presentación del contenido, favoreciendo la autorregulación. La gamificación y retroalimentación se reflejan en logros e indicadores de progreso que motivan continuamente, mientras que la organización estructurada y la reducción de estímulos innecesarios contribuyen a una experiencia equilibrada. Se presenta a continuación un conjunto de ítems diseñados para evaluar, desde

el criterio experto, la calidad del prototipo en relación con principios de accesibilidad, usabilidad e inclusión educativa, especialmente orientados a niños con dislexia, TDAH y TEA. Cada afirmación deberá ser valorada mediante una escala tipo Likert de cinco puntos, donde 1 corresponde a “Totalmente en desacuerdo” y 5 a “Totalmente de acuerdo”. Las preguntas están clasificadas por categorías como: Accesibilidad y legibilidad; Personalización y control del usuario; Presentación del contenido y carga cognitiva; Navegación e interfaz; Apoyo multimodal y pertinencia educativa. Posteriormente, se incluye un apartado abierto para que los expertos formulen observaciones y recomendaciones generales, con el propósito de enriquecer el análisis cualitativo del prototipo y fortalecer su pertinencia. En la siguiente tabla, se detallan códigos que serán importantes para la presentación de los resultados más adelante:

Tabla 5. *Ítems del cuestionario aplicado a expertos.*

Categoría	Código de categoría	Item	Código de Item
Accesibilidad y legibilidad.	AL	El prototipo presenta una tipografía adecuada que facilita la lectura en niños con dislexia.	AL1
		El contraste de colores y la presentación visual facilitan la percepción y comprensión del contenido.	AL2
Personalización y control del usuario.	PCU	El prototipo permite ajustar aspectos visuales como tamaño de texto, contraste o presentación según las necesidades del usuario.	PCU1
		El prototipo permite al usuario avanzar y controlar el ritmo de interacción de forma adecuada.	PCU2
Presentación del contenido y carga cognitiva.	PCCC	El contenido está organizado en bloques claros, estructurados y fáciles de comprender.	PCCC1
		El diseño reduce la sobrecarga cognitiva y evita distracciones innecesarias.	PCCC2
Navegación e interfaz.	NI	La navegación es intuitiva, consistente y fácil de seguir.	NI1
		La interfaz mantiene una estructura visual coherente que facilita la orientación del usuario.	NI2
Apoyo multimodal y pertinencia educativa.	AMPE	El prototipo utiliza elementos visuales, iconos o apoyos que facilitan la comprensión del contenido.	AMPE1
		El diseño general del prototipo es adecuado para su uso en contextos educativos inclusivos.	AMPE2
Observaciones y recomendaciones.	OR	Luego de haber visto el prototipo, cuales serían sus observaciones y recomendaciones.	OR1

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del prototipo 1 reflejan una valoración positiva moderada (promedio general: 4.0), lo que confirma que cumple adecuadamente con principios de accesibilidad, usabilidad e inclusión. Las puntuaciones más altas se concentran en las categorías de

navegación e interfaz (4.1) y apoyo multimodal (4.1), lo cual es consistente con su diseño simple, predecible y apoyado en elementos visuales como iconos, avatares y retroalimentación motivadora. Asimismo, la organización del contenido en bloques y la

presentación de una tarea por pantalla explican los resultados aceptables en reducción de carga cognitiva (3.9). No obstante, las valoraciones más bajas en personalización y control (3.9) evidencian que, aunque el prototipo incorpora

ajustes básicos como tamaño de texto y contraste, estos aún son limitados frente a las necesidades diversas de los usuarios, lo que coincide con las recomendaciones de mejora señaladas por los expertos.

Tabla 6. Resultados de evaluación del prototipo 1.

Categoría	Item	Expertos (EXP)							
		EXP1	EXP2	EXP3	EXP4	EXP5	EXP6	EXP7	EXP8
AL	AL1	4	4	5	3	4	4	5	4
	AL2	4	3	4	4	3	4	5	4
PCU	PCU1	3	4	4	3	4	3	4	4
	PCU2	4	4	5	4	3	4	4	5
PCCC	PCCC1	4	5	4	4	4	3	5	4
	PCCC2	3	4	4	3	4	3	4	4
NI	NI1	4	4	4	3	4	4	5	4
	NI2	4	5	4	4	4	3	5	4
AMPE	AMPE1	3	4	4	3	4	4	4	5
	AMPE2	4	4	5	4	4	4	5	4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Resultados de evaluación del prototipo 2.

Categoría	Item	Expertos (EXP)							
		EXP1	EXP2	EXP3	EXP4	EXP5	EXP6	EXP7	EXP8
AL	AL1	5	5	5	4	5	5	5	5
	AL2	5	4	5	5	4	5	5	5
PCU	PCU1	5	4	5	5	4	5	5	5
	PCU2	5	5	5	4	5	5	5	5
PCCC	PCCC1	5	5	5	5	5	4	5	5
	PCCC2	4	5	5	4	5	5	5	5
NI	NI1	5	5	5	5	4	5	5	5
	NI2	5	5	5	5	5	4	5	5
AMPE	AMPE1	5	5	5	4	5	5	5	5
	AMPE2	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia.

El prototipo 2, alcanza un promedio general significativamente superior (4.88), mostrando mejoras consistentes en todas las categorías. Destacan especialmente los resultados en apoyo multimodal (4.95) y navegación (4.9), lo que se relaciona directamente con la incorporación de lectura en voz alta, una estructura visual más refinada y una interfaz altamente intuitiva. De igual forma, la categoría de accesibilidad y personalización (4.85) evidencia un avance

importante respecto al prototipo anterior, debido a la ampliación de opciones tipográficas y de configuración, lo que fortalece la adaptabilidad a usuarios con dislexia, TDAH y TEA. La mejora en la reducción de la carga cognitiva y en la organización del contenido (4.85) confirma que la estructura por tareas, las instrucciones claras y la disminución de estímulos innecesarios han sido optimizadas de manera efectiva.

Tabla 8. Promedio por categoría y general.

Prototipo	Categorías					Promedio General
	AL	PCU	PCCC	NI	AMPE	
Prototipo 1	4.0	3.9	3.9	4.1	4.1	4.0
Prototipo 2	4.85	4.85	4.85	4.9	4.95	4.88

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior, permite identificar una mejora transversal en todas las dimensiones evaluadas. La diferencia entre ambos prototipos no solo es numérica, sino también conceptual: mientras el Prototipo 1 establece una base sólida centrada en accesibilidad y experiencia de usuario, el Prototipo 2 consolida un enfoque más robusto de accesibilidad cognitiva, integrando de manera más profunda la personalización, el apoyo multimodal y la autorregulación del aprendizaje. Por ende, los resultados validan que la evolución del diseño no responde únicamente a ajustes estéticos, sino a una mejora estructural orientada a optimizar la inclusión, la interacción y la eficacia pedagógica. La aplicación web DiverAula fue desarrollada utilizando un stack tecnológico

orientado a garantizar una interfaz dinámica, accesible y funcional. Para la interfaz gráfica de usuario se empleó el framework W3CSS, el cual integra de manera eficiente HTML y CSS permitiendo la responsividad de las pantallas en diversos dispositivos. En cuanto a la lógica de la aplicación, se utilizó la terminal de Node.js que permitió incorporar el framework Express, el cual facilitó la gestión de procesos y la interacción con el servidor. Además, se incorporó PostgreSQL como sistema de gestión de bases de datos, asegurando la persistencia, integridad y almacenamiento estructurado de la información dentro del sistema. A continuación, se presentan imágenes relacionadas con la codificación de la aplicación.

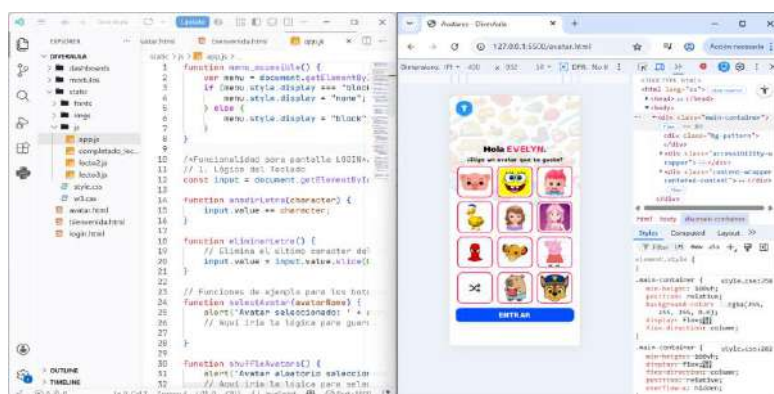


Figura 3. Selección de avatar para identificación de usuario en la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

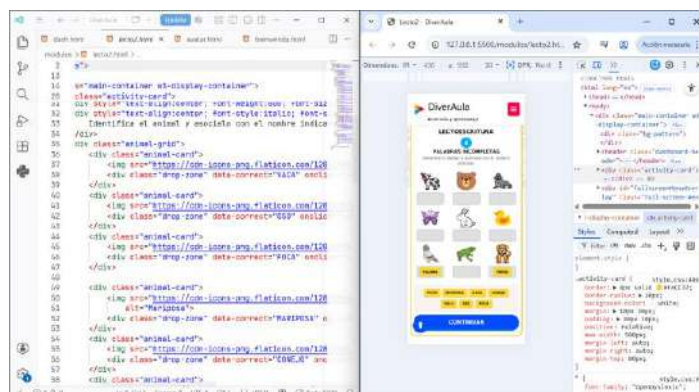


Figura 4. Módulo de lectoescritura, nivel 2.

Fuente: Elaboración propia.

Para la evaluación del prototipo desde la perspectiva de los usuarios finales, se aplicó un cuestionario dirigido a niños, con el objetivo de medir su nivel de satisfacción durante la interacción. El instrumento utilizó respuestas

numéricas (1/0) equivalentes a Si/No, adaptadas mediante caritas, que facilitó la comprensión y respuesta de los participantes según su experiencia.

Tabla 9. *Respuestas (Si/No) basada en emojis.*

Carita	Equivalencia
	1 = Si
	0 = No

Fuente: Elaboración propia.

Previamente, se recopilaron datos generales como edad, sexo, grado académico y condición del neurodesarrollo (dislexia, TDAH o TEA). Las preguntas estuvieron orientadas a valorar aspectos clave como la facilidad de uso, la claridad del contenido, la legibilidad, la

navegación, la percepción emocional, el nivel de concentración y el grado de satisfacción general, permitiendo obtener información relevante sobre la experiencia de uso. A continuación, se presenta la tabla 9 con los ítems que conforman el cuestionario aplicado a los niños:

Tabla 10. *Ítems del cuestionario aplicado a niños con dislexia, TDAH y TEA.*

Sección	Ítems	Código de ítems
Datos Generales	Edad	E
	Sexo	S
	Grado Académico	GA
	Trastornos del neurodesarrollo	TDN
Experiencia de uso	¿Fue fácil entender lo que aparecía en la pantalla?	EU1
	¿Te gustaron los colores de la aplicación?	EU2
	¿Te gustaron los dibujos o íconos?	EU3
	¿Fue fácil leer las palabras?	EU4
	¿Pudiste encontrar lo que buscabas sin confundirte?	EU5
	¿Te sentiste tranquilo mientras usabas la aplicación?	EU6
	¿Te gustó lo que pasaba cuando tocabas la pantalla?	EU7
	¿Te distrajiste mientras usabas la aplicación?	EU8
	¿Te divertiste usando la aplicación?	EU9
	¿Te gustaría usar la aplicación otra vez para aprender?	EU10
	¿Todo lo que viste fue fácil de entender?	EU11

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras la aplicación del cuestionario a

15 niños del Centro Integral Infantil Mentes Brillantes & Creativas, con el propósito de

evaluar su experiencia de uso del prototipo. El instrumento incluyó ítems organizados en dos secciones: datos generales (E, S, GA, TDN) y experiencia de uso (EU1-EU11), los cuales fueron valorados mediante respuestas numéricas (1 = Si / 0 = No) adaptadas con apoyo visual. Los resultados se exponen utilizando las

abreviaturas correspondientes a cada ítem, lo que permite una presentación sintética y facilita el análisis de aspectos como comprensión, legibilidad, navegación, regulación emocional, atención y motivación durante la interacción con la aplicación.

Tabla 11. Resultados por ítems.

ID	Ítems														
	Datos Generales				Experiencia de uso										
	E	S	GA	TDN	EU1	EU2	EU3	EU4	EU5	EU6	EU7	EU8	EU9	EU10	EU11
1	7	M	3°	Dislexia	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
2	8	F	4°	TDAH	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1
3	9	M	5°	TEA	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
4	7	M	3°	TEA	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
5	8	F	4°	Dislexia	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
6	9	M	5°	TDAH	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
7	7	F	3°	TEA	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
8	8	F	4°	Dislexia	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1
9	9	M	5°	Dislexia	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
10	7	F	3°	TDAH	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
11	8	M	4°	TDAH	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
12	9	M	5°	Dislexia	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
13	7	F	3°	TEA	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
14	8	M	4°	TDAH	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
15	9	F	5°	TEA	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

En términos generales, los ítems relacionados con comprensión, atractivo visual y motivación (EU1, EU2, EU3, EU9, EU10 y EU11) presentan una tendencia claramente favorable, con predominio de respuestas positivas, lo que indica que los niños lograron entender lo que observaban en la pantalla, percibieron de manera agradable los colores e íconos, y manifestaron interés en seguir utilizando la aplicación para aprender. Estos resultados son coherentes con el diseño del prototipo, el cual prioriza la presentación de contenido en bloques simples, el uso de elementos visuales y la incorporación de estrategias de gamificación. En cuanto a la legibilidad y navegación (EU4 y

EU5), se observan algunas respuestas negativas, aunque minoritarias. Lo que refiere, a que la mayoría de los participantes pudo leer y orientarse adecuadamente dentro de la aplicación, existen ciertos casos donde la experiencia podría optimizarse, especialmente considerando la diversidad de necesidades asociadas a dislexia y TDAH. Respecto a la regulación emocional y concentración (EU6 y EU8), los resultados muestran un comportamiento más variable. En particular, el ítem EU8 presenta una mayor presencia de 0, lo que indica que varios niños no experimentaron distracción al utilizar la aplicación. Este hallazgo es relevante, debido a que mediante la

aplicación se puede favorecer la atención sostenida, especialmente en usuarios con TDAH. De forma complementaria, el ítem EU6 refleja que no todos los niños se sintieron completamente tranquilos durante la interacción, lo que puede estar asociado a diferencias individuales en la percepción sensorial. Por otro lado, el ítem EU7 (interacción táctil) muestra resultados mayoritariamente positivos, lo que evidencia que la retroalimentación visual y la respuesta de la interfaz al tacto fueron percibidas como adecuadas y satisfactorias.

Al analizar los datos en función de los trastornos del neurodesarrollo (TDN), no se identifican diferencias drásticas entre los grupos (dislexia, TDAH y TEA), lo que sugiere que el prototipo logra un nivel aceptable de accesibilidad transversal. Sin embargo, los casos con respuestas negativas tienden a concentrarse ligeramente en participantes con TDAH, especialmente en aspectos relacionados con la atención y la distracción, lo cual es consistente con las características propias de este trastorno. Los resultados anteriores, evidencian que el prototipo seleccionado por los expertos ofrece una experiencia de uso positiva, comprensible y motivadora, destacando en aspectos visuales, de interacción y de interés por el aprendizaje.

No obstante, también se identifican oportunidades de mejora en la optimización de la legibilidad, la reducción de la distracción y el fortalecimiento de la regulación emocional, elementos clave para consolidar un diseño plenamente inclusivo y adaptado a las necesidades de niños con dislexia, TDAH y TEA. Los hallazgos derivados de la evaluación por parte de los expertos evidencian una progresión significativa entre los prototipos diseñados, tanto en términos cuantitativos como

cualitativos. El Prototipo 1 presenta una valoración positiva moderada (4.0), lo que confirma que cumple con principios básicos de accesibilidad, usabilidad e inclusión. Este resultado es coherente con los postulados de Norman citado por (Gertrudix y Carbonell, 2022) sobre el diseño centrado en el usuario, donde la simplicidad estructural, la previsibilidad de la interfaz y la reducción de la carga cognitiva favorecen la interacción inicial.

No obstante, las puntuaciones más bajas en personalización y control (3.9) reflejan una limitación relevante. Premisas como las de (W3C, 2023; Benardelli et al., 2025) señalan que la accesibilidad no debe entenderse únicamente como disponibilidad de funciones básicas, sino como la capacidad del sistema para adaptarse dinámicamente a las características cognitivas y sensoriales de cada usuario. En este sentido, el Prototipo 1 evidencia una accesibilidad funcional, pero aún no plenamente adaptativa.

En contraste, el Prototipo 2 alcanza una mejor valoración (4.88), lo que representa una mejora sustancial en todas las categorías evaluadas. Este incremento responde a la integración de principios más avanzados de accesibilidad cognitiva, estos fueron el apoyo multimodal, la personalización ampliada y la optimización de la estructura visual. La incorporación de lectura en voz alta, junto con una interfaz más intuitiva, se alinea con estudios recientes (Barua et al, 2022; Benalcazar et al, 2023) que destacan la efectividad de los sistemas multimodales para mejorar la comprensión y el procesamiento de la información en niños con dislexia, TDAH y TEA. Asimismo, la mejora en la reducción de la carga cognitiva (4.85) y en la organización del contenido confirma la relevancia de presentar información segmentada y secuencial. Este enfoque coincide con la teoría de la carga

cognitiva propuesta por Sweller en el 2011, citado por (Akman, 2024), que plantea que el aprendizaje es más efectivo cuando se minimizan los estímulos irrelevantes y se estructura la información de manera clara y progresiva. Por tanto, la evolución del diseño no responde únicamente a mejoras estéticas, sino a una transformación estructural orientada a optimizar la experiencia de aprendizaje inclusivo.

Desde la perspectiva de los usuarios finales, los resultados obtenidos con los niños refuerzan la validez del Prototipo 2. Los altos niveles de aceptación en comprensión, atractivo visual y motivación evidencian que el diseño logra captar el interés y facilitar la interacción, lo cual es fundamental en entornos educativos digitales. Además, la gamificación y el uso de elementos visuales han demostrado ser estrategias efectivas para incrementar la motivación intrínseca y el compromiso en contextos de aprendizaje inclusivo según (Castillo et al, 2025). Sin embargo, los resultados también revelan áreas de mejora en áreas como la legibilidad y navegación, así como la variabilidad en la regulación emocional, sugieren que la experiencia de usuario no es homogénea.

Esto es particularmente relevante en niños con TDAH, donde la atención sostenida y la gestión de la distracción representan desafíos constantes (Montalván Galvez et al, 2025). En este sentido, se hace necesario profundizar en estrategias de diseño que incorporen mecanismos de autorregulación, como pausas activas, retroalimentación adaptativa y control de estímulos visuales. Adicionalmente, el hecho de haber incorporado la opción MODO dentro de un botón de accesibilidad, hace posible la selección de distintos modos de uso (Dislexia, TDAH, TEA), ajustados a los diversos

trastornos del neurodesarrollo, esto sugiere que el prototipo alcanza un nivel adecuado de accesibilidad transversal. Este resultado se alinea con el enfoque de diseño universal para el aprendizaje (DUA), el cual promueve la creación de entornos flexibles que beneficien a todos los usuarios, independientemente de sus características individuales.

Conclusiones

El desarrollo de DiverAula permitió comprobar la viabilidad de diseñar una interfaz web educativa orientada a las necesidades de niños con dislexia, TDAH y TEA, integrando principios de accesibilidad, usabilidad y Diseño Universal para el Aprendizaje. El proceso desarrollado evidencia que la accesibilidad digital no debe limitarse únicamente al cumplimiento de requisitos técnicos, sino que debe considerar las características cognitivas, sensoriales y atencionales de los usuarios. En este sentido, la personalización tipográfica, la organización del contenido, el control de estímulos y el apoyo multimodal constituyeron componentes esenciales para construir una experiencia más comprensible y adaptable.

La comparación entre los dos prototipos permitió determinar que el Prototipo 2 presentó mejores condiciones de accesibilidad y usabilidad, alcanzando una valoración general de 4,88 sobre 5. Las mayores fortalezas se observaron en el apoyo multimodal, la navegación, la personalización y la reducción de la carga cognitiva. Estos resultados permiten establecer que la incorporación de lectura en voz alta, estructuras visuales predecibles, instrucciones claras, contenido segmentado y opciones de configuración favoreció una interfaz más consistente y ajustada a la diversidad de los usuarios, demostrando que las mejoras implementadas trascendieron los aspectos exclusivamente estéticos y

respondieron a criterios funcionales y pedagógicos. La experiencia de los niños durante la utilización de DiverAula mostró una aceptación favorable, particularmente en aspectos relacionados con la comprensión de la interfaz, el atractivo de los elementos visuales, la interacción y la motivación para continuar utilizando la aplicación con fines educativos. No obstante, se identificaron algunas dificultades asociadas con la legibilidad, la navegación y la respuesta emocional durante la interacción, lo que demuestra que las necesidades de los niños con dislexia, TDAH y TEA no son homogéneas. Por esta razón, una plataforma inclusiva debe disponer de mecanismos flexibles que permitan adaptar la experiencia de acuerdo con las características particulares de cada usuario y no únicamente según una categoría diagnóstica.

En términos generales, DiverAula constituye una propuesta tecnológica pertinente para avanzar hacia entornos educativos digitales más inclusivos, al integrar accesibilidad cognitiva, personalización, apoyo multimodal, gamificación y control del usuario dentro de una misma interfaz. Sin embargo, los resultados deben interpretarse considerando el tamaño reducido de la muestra y el carácter inicial de la validación realizada. Por ello, futuras investigaciones deberían ampliar el número de participantes, incorporar diferentes edades y contextos educativos, evaluar el uso de la plataforma durante periodos más prolongados y analizar variables relacionadas con el aprendizaje, la atención, la comprensión lectora y el desempeño académico.

Referencias Bibliográficas

- Kristjánsson, Á. & Sigurdardottir, H. (2023). The Role of Visual Factors in Dyslexia. *Journal of cognition*, 6(1), 31. <https://doi.org/10.5334/joc.287>
- Day, S., Atilgan, N., Giroux, A. & Sawyer, B. (2024). The Influence of Format Readability on Children's Reading Speed and Comprehension. *Education Sciences*, 14(8), 854. <https://doi.org/10.3390/educsci14080854>
- Pellicer, A., Máñez, C., Zafra-Delgado C. & Cervera-Mérida J. (2025). Preferencias visuales y su efecto en el rendimiento lector en niños con dislexia y normolectores. *Revista de Investigación en Logopedia*, 15, 17-28. <https://doi.org/10.5209/rlog.101374>
- Miranda, K., Herrera, C., Coronel, R. & Barragán, C. (2025). Propuesta inclusiva de uso de pictogramas para niños autistas en educación básica media escolar. *Serie Científica De La Universidad De Las Ciencias Informáticas*, 18(4), 107–133. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1883>
- Choi, G., Seo, J. (2024). Accessibility, Usability, and Universal Design for Learning: Discussion of Three Key LX/UX Elements for Inclusive Learning Design. *TechTrends* 68, 936–945. <https://doi.org/10.1007/s11528-024-00987-6>
- CAST (2024). Universal Design for Learning Guidelines. <https://udlguidelines.cast.org/>
- Melo-López, V., Basantes-Andrade, A., Gudiño-Mejía, C. & Hernández-Martínez, E. (2025). The Impact of Artificial Intelligence on Inclusive Education: A Systematic Review. *Education Sciences*, 15(5), 539. <https://doi.org/10.3390/educsci15050539>
- Li, J., Yan, Y. & Zeng, X. (2025). Exploring Artificial Intelligence in Inclusive Education: A Systematic Review of Empirical Studies. *Applied Sciences*, 15(23), 12624. <https://doi.org/10.3390/app152312624>
- Aloisi, C. (2023). The future of standardised assessment: Validity and trust in algorithms for assessment and scoring. *European Journal of Education*, 58(1), 98–110. <https://doi.org/10.1111/ejed.12542>
- Bustamante, B., Monga-Aguilar, H., Vásquez-Morocho, R., Pacheco-Velasco, M. & Sisilema-Cuji, M. (2025). Uso de Plataformas Virtuales Accesibles para Estudiantes con Discapacidad Motora: Evaluación su Efectividad en Procesos de Aprendizaje

- Inclusivo. Revista Veritas De Difusão Científica, 6(3), 811–835.
<https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i3.971>
- Sukiman, S. (2025). Designing gamified learning interfaces for dyslexic students in Malaysian primary schools: A conceptual framework. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 9(3), 4916–4922.
<https://doi.org/10.47772/IJRISS.2025.903SE DU0355>
- Pandey, V., Sinha, K., Baghel, A., Ujjaineeya, P., Behera, G. & Tripathi, L. (2025). The role of gamification in enhancing student engagement and learning outcomes. *International Journal of Social Impact*, 10(1), 89–94.
<https://doi.org/10.25215/2455/1001S14>
- Núñez Naranjo, A., Pérez Andrango, K., Mejía Delgado, K., Díaz Verdezoto, L. & Vargas Caiza, W. (2025). Gamificación en el aula: Herramientas Tecnológicas para Mejorar la Motivación y el Aprendizaje. 593 *Digital Publisher CEIT*, 10(1-2), 36-50.
<https://doi.org/10.33386/593dp.2025.1-2.2956>
- Villegas Ch, W., Buenano-Fernandez, D., Maldonado-Navarro, A. & Mera-Navarrete, A. (2025). Adaptive intelligent tutoring systems for STEM education: Analysis of the learning impact and effectiveness of personalized feedback. *Smart Learning Environments*, 12, Article 41.
<https://doi.org/10.1186/s40561-025-00389-y>
- Leong, W. (2025). Designing for Diversity: Creating Inclusive Digital Learning Environments for Global Classrooms. *Engineering Proceedings*, 103(1), 17.
<https://doi.org/10.3390/engproc2025103017>
- W3C (2026). Introduction to web accessibility. Web Accessibility Initiative (WAI).
<https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro>
- Garcia, C., Mendonça, A., Fagundes, A., Santos, A., Pereira, F., Valdevino, S., De Góis, R., Lins, R., Freire, R. De Sousa, M., Pereira, V. & Silva, C. (2024). Mobile Application for Tracking Children with Autistic Spectrum Disorder: Content Validation and Usability. *International journal of environmental research and public health*, 21(12), 1590.
<https://doi.org/10.3390/ijerph21121590>
- Putri, Y. & Saidah, S. (2025). Designing UI/UX on Adaptive Skills Learning Application for Autistic Children Using Design Thinking Method and Applied Behavior Analysis Theory. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer Dan Informatika*, 10(4), 914–929.
<https://journal.uad.ac.id/index.php/JITEKI/article/view/28560>
- Gkora, V. (2024). Advancing ADHD education: Autonomy, technology, and inclusive strategies. *GSC Advanced Research and Reviews*, 18(3), 101–111.
<https://doi.org/10.30574/gscarr.2024.18.3.0084>
- Figueroa-Pozo, D., Avilés-Castellanos, N., Narvaez-Carvajal, L., Recalde-Drouet, E. & Crespín-Crespín, E. (2023). Recursos digitales para fortalecer el aprendizaje de niños con TDAH. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 7648–7662.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5902
- De la Fuente-González, S., Menéndez-Álvarez, H. & Rodríguez-Martín, A. (2025). Diseño universal para el aprendizaje: Una revisión sistemática de su papel en la formación docente. *Alteridad. Revista de Educación*, 20(1), 113–128.
<https://www.redalyc.org/journal/4677/467780306009/html>
- Seymour, M. (2024). Enhancing the online student experience through the application of Universal Design for Learning (UDL) to research methods learning and teaching. *Education and Information Technologies*, 29, 2767–2785. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11948-6>
- Rogers-Shaw, C., Carr-Chellman, D. & Choi, J. (2017). Universal Design for Learning: Guidelines for Accessible Online Instruction. *Adult Learning*, 29(1), 20-31.
<https://doi.org/10.1177/1045159517735530>
- Espada-Chavarria, R., González-Montesino, R., López-Bastías, J. & Díaz-Vega, M. (2023). Universal Design for Learning and Instruction: Effective Strategies for Inclusive

- Higher Education. Education Sciences, 13(6), 620.
<https://doi.org/10.3390/educsci13060620>
- Lorusso, M., Borasio, F., Panetto, P., Curioni, M., Brotto, G., Pons, G., Carsetti, A. & Molteni, M. (2024). Validation of a Web App Enabling Children with Dyslexia to Identify Personalized Visual and Auditory Parameters Facilitating Online Text Reading. Multimodal Technologies and Interaction, 8(1), 5. <https://doi.org/10.3390/mti8010005>
- Al-Dokhny, A., Bukhamseen, A. & Drwish, A. (2022). Influence of assistive technology applications on dyslexic students: The case of Saudi Arabia during the COVID-19 pandemic. Educ Inf Technol 27, 12213–12249. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11090-9>
- Benalcazar-Morocho, C., Ramos-Gavilanes, G., Méndez-Gómez, M. & Chango-Sailema, W. (2023). Cazando errores: Aplicación tecnológica interactiva para niños con dislexia. Revista Uniandes Episteme, 10(4), 438–451.
<https://doi.org/10.61154/rue.v10i4.3170>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2024). Lineamientos para la evaluación de los aprendizajes para personas con necesidades educativas específicas asociadas o no a la discapacidad. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/12/lineamiento-evaluacion-personas-con-NEE.pdf>
- Sharif, I. (2025). Exploring usability barriers and inclusive design solutions in mobile learning apps for children with special needs. Master's thesis, Tampere University. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/232646/SharifIqra.pdf?sequence=2>
- Valencia, K., Rusu, C. & Botella, F. (2021). User Experience Factors for People with Autism Spectrum Disorder. Applied Sciences, 11(21), 10469.
<https://doi.org/10.3390/app112110469>
- Gertrudix, M. & Carbonell, A. (2022). Diseño centrado en Usuario - Planificación y desarrollo de proyectos en la Red. Learning object. <http://hdl.handle.net/10115/20039>
- W3C (2023). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2.
<https://www.w3.org/TR/WCAG22/>
- Benardelli, C., Godoy, E., Mercuri, M. & Álvarez, A. (2025). La accesibilidad cognitiva: Criterios para su incorporación en el diseño de espacios. Herramientas para espacios comprensibles. Jornadas de Investigación y XIX Encuentro Regional de Investigación Si+Escalas.
<https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/actas/article/view/3268>
- Barua, P., Vinesh, J., Gururajan, R., Oh, S., Palmer, E., Azizan, M., Kadri, N. & Acharya, U. (2022). Artificial Intelligence Enabled Personalised Assistive Tools to Enhance Education of Children with Neurodevelopmental Disorders—A Review. Revista internacional de investigación ambiental y salud pública, 19(3), 1192.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19031192>
- Akman, E. (2024). Cognitive load theory. <https://www.emrahakman.com/wp-content/uploads/2024/10/Cognitive-Load-Sweller-2011.pdf>
- Castillo, M., Calva, J., Herrera-Rivas, K. & Vergel-Parejo, E. (2025). La gamificación como estrategia didáctica para la motivación en el aprendizaje de las Ciencias Naturales en el cuarto año de Básica Elemental. Ciencia Y Educación, 6(12.1), 201-216.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17933183>
- Montalván-Galvez, K., Pinzón-Calderón, C., Borbor-Tigrero, S., Cedeño-Chilán, S. & Tomalá-Pozo, C. (2025). Educación y TDAH: Retos y Oportunidades para la Inclusión y el Aprendizaje. Ciencia Y Reflexión, 4(1), 1561–1578.
<https://doi.org/10.70747/cr.v4i1.198>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Evelyn Janina Lucin Yagual y Oscar Alexander López Gorozabel.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo
Contribución de los autores (Taxonomía CRediT) Evelyn Janina Lucin Yagual: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio. Oscar Alexander López Gorozabel: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos.
Declaración de conflicto de intereses Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.
Declaración de financiamiento La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.
Declaración del editor El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.
Declaración de los revisores Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.
Declaración ética de la investigación Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.
Declaración sobre el uso de inteligencia artificial Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.
Disponibilidad de datos Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.

