

Desarrollo de una aplicación interactiva con bloques RFID impresos en 3D para favorecer el aprendizaje lúdico de letras y palabras en niños de nivel preescolar y primaria inferior

Frida Shani Cervantes-González¹, Yamir Noel Jacinto-Bartolo¹, Luis Ángel Cruz-Antonio¹

¹ Universidad La Salle Oaxaca, Escuela de Ingenierías y Arquitectura, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca

014434677@ulsa.oaxaca.edu.mx, 014437910@ulsa.oaxaca.edu.mx,
014434847@ulsa.oaxaca.edu.mx

Resumen. El proyecto consiste en el diseño de una plataforma educativa que integra bloques físicos con letras y números, impresos en 3D y equipados con tecnología RFID, junto con una aplicación interactiva que guía a niños de nivel preescolar y primaria inferior en el reconocimiento de letras y la formación de palabras. Esta combinación permite que los niños manipulen físicamente los bloques mientras la aplicación valida el orden correcto y ofrece retroalimentación visual y auditiva, fomentando un aprendizaje activo, multisensorial y motivador. La propuesta está fundamentada en teorías pedagógicas que promueven la construcción del conocimiento a través de la interacción tangible y digital, contribuyendo así a mejorar la calidad y equidad educativa en etapas iniciales.

Palabras clave: Tecnología educativa, Aprendizaje interactivo, Lectoescritura inicial

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

El reconocimiento de letras y la formación de palabras son habilidades fundamentales en la educación inicial que facilitan el desarrollo de la lectoescritura en niños de nivel preescolar y primaria inferior. Sin embargo, los métodos tradicionales de enseñanza suelen ser poco interactivos y limitados en su capacidad para integrar experiencias físicas y digitales que motiven el aprendizaje activo. La carencia de recursos didácticos que combinen manipulación tangible con retroalimentación inmediata dificulta el desarrollo de estas competencias básicas.

Estudios recientes evidencian la magnitud del problema: de acuerdo con la Encuesta Nacional de Lectura y Escritura (INEE, 2022), más del 40% de los alumnos de tercer grado de primaria presentan dificultades en la comprensión lectora. Asimismo, la UNESCO (2021) señala que aproximadamente el 35% de los niños en América Latina no alcanzan los niveles mínimos de competencia en escritura esperados para su grado escolar. Estas cifras confirman la necesidad de generar soluciones innovadoras que fortalezcan la lectoescritura desde edades tempranas.

El constructivismo propuesto por Papert (1980) sostiene que el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes construyen objetos tangibles que reflejan su pensamiento, permitiéndoles exteriorizar ideas abstractas. Como señala Ackermann (2001), esta teoría enfatiza la importancia de las herramientas, medios y contexto en el proceso de construcción del conocimiento. En este sentido, la integración de elementos físicos manipulables con tecnología digital responde a lo que Resnick (2017) denomina “aprendizaje creativo”, donde los niños aprenden a través del diseño interactivo y la experimentación lúdica.

La gamificación, entendida como la aplicación de elementos y dinámicas propias de los juegos en contextos educativos, potencia este enfoque constructivista al promover un aprendizaje activo, motivador y experiencial. A través de retos, recompensas y feedback continuo, la gamificación fomenta la participación, la exploración y la autonomía de los estudiantes, facilitando la

interiorización de conocimientos y el desarrollo de habilidades cognitivas en un entorno lúdico y significativo.

Complementariamente, la teoría sociocultural de Vygotsky (1978) aporta el concepto de mediación, donde las herramientas y signos facilitan el desarrollo cognitivo. Según Bruner (1966), el aprendizaje por descubrimiento permite a los niños construir conocimiento mediante la exploración guiada, principio que puede potenciarse mediante tecnologías interactivas. Asimismo, la teoría del aprendizaje multimodal (Moreno y Mayer, 2007) sugiere que la combinación de canales sensoriales mejora la retención y transferencia del conocimiento.

Esta problemática afecta la calidad educativa y limita la equidad en el aprendizaje, impactando directamente en el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4), que promueve una educación inclusiva, equitativa y de calidad para todos.

2 Objetivo

Desarrollar una aplicación educativa interactiva, complementada con bloques físicos impresos en 3D equipados con etiquetas RFID, que permita a niños de nivel preescolar y primaria inferior reconocer letras y formar palabras mediante actividades lúdicas que integren la manipulación física con la retroalimentación digital, favoreciendo un aprendizaje activo y multisensorial.

3 Propuesta teórico-metodológica y de solución

El proyecto consiste en el diseño y desarrollo de una plataforma educativa que integra una aplicación interactiva con bloques físicos impresos en 3D, cada uno identificado mediante etiquetas RFID de 13.56 MHz. Esta propuesta se fundamenta en teorías pedagógicas constructivistas y construcciónistas, que promueven el aprendizaje activo a través de la manipulación y la interacción social. Como señala Papert (1980), el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes construyen objetos tangibles que reflejan su pensamiento, permitiéndoles exteriorizar ideas abstractas. La integración de componentes físicos y digitales permite un aprendizaje multisensorial, favoreciendo la motivación y la retención del conocimiento, en línea con lo que propone la teoría del aprendizaje multimodal (Moreno y Mayer, 2007).

El componente tangible del proyecto consistió en el diseño tridimensional de bloques de 7x7x7 centímetros realizado mediante el software SolidWorks, incorporando letras y números en relieve para facilitar su reconocimiento táctil y visual (ver figura 1). Estos diseños fueron materializados utilizando una impresora 3D Ender 3V2 con filamento PLA, un material biodegradable y seguro para uso infantil. Cada bloque fue equipado con una etiqueta RFID Ntag 213 de 13.56 MHz, que proporciona un identificador único para cada letra o número.

Para la detección y comunicación de los bloques, se implementó un circuito electrónico compuesto por un módulo lector RFID RC522, un microcontrolador ESP32 y una batería recargable que garantiza la portabilidad del sistema. Este circuito, al detectar la presencia y disposición de los bloques, transmite la información vía WiFi a una base de datos centralizada, permitiendo la validación en tiempo real de las configuraciones realizadas por los niños. Esta arquitectura física se alinea con el principio construcciónista de Papert, donde las herramientas tangibles facilitan la exteriorización y manipulación de conceptos abstractos como letras y palabras.

En cuanto a la implementación pedagógica con los estudiantes, la primera sesión contempla una explicación guiada por el docente, mostrando cómo manipular los bloques, colocarlos en el lector y visualizar el resultado en la plataforma. Este acompañamiento inicial asegura que los niños comprendan el funcionamiento y se sientan motivados para explorar. Se recomienda que los alumnos trabajen con la herramienta al menos tres veces por semana en sesiones de 20 a 30 minutos, de manera que se favorezca la repetición y la consolidación de aprendizajes. La retroalimentación se realiza de forma inmediata en la plataforma mediante mensajes visuales y auditivos motivacionales, y se complementa con comentarios del docente en clase. En los casos donde los estudiantes no logran alcanzar los aprendizajes esperados, la aplicación ajusta progresivamente el nivel de dificultad, y el docente implementa estrategias de apoyo adicional personalizadas para garantizar la inclusión y el progreso de todos los niños.

La aplicación educativa interactiva fue desarrollada con Next.js, integrando React, Tailwind CSS y TypeScript para construir una interfaz web moderna, responsive y accesible. En el backend se

emplea Node.js, mientras que PostgreSQL se utiliza como base de datos principal para almacenar ejercicios, configuraciones y registros de interacción. Está diseñada para ofrecer una experiencia de aprendizaje visual y auditiva atractiva para niños, integrando imágenes, sonidos y animaciones suaves a través de ejercicios que fomentan la asociación, el ordenamiento de letras y la formación de palabras.

Las tecnologías implementadas incluyen:

- Next.js como framework principal para el desarrollo fullstack, combinando frontend y backend de forma eficiente.
- React para construir componentes interactivos y reutilizables en la interfaz de usuario.
- Tailwind CSS para aplicar estilos personalizados con rapidez y consistencia, asegurando un diseño atractivo para niños.
- TypeScript para añadir tipado estático al desarrollo, mejorando la mantenibilidad del código.
- Node.js como entorno de ejecución en el backend, facilitando la gestión de rutas, lógica de negocio y conexión con la base de datos.
- PostgreSQL como base de datos robusta y escalable, donde se almacenan palabras, configuraciones de los ejercicios y registros de interacción.

La estructura funcional de la aplicación comprende:

1. Pantalla de inicio que presenta información general sobre el propósito del software, sus beneficios para el aprendizaje, y ofrece opciones de registro o inicio de sesión, diferenciando entre maestros y alumnos.
2. Tras iniciar sesión, los usuarios acceden a su respectivo panel:
3. Los alumnos visualizan los niveles y ejercicios disponibles, seleccionan uno y comienzan la actividad.
4. Pantalla final al completar los ejercicios, que muestra mensajes motivacionales y visuales de felicitación.
5. Frases de apoyo con audios que refuerzan positivamente o corrigen de manera amable.
6. Navegación fluida entre pantallas gracias al sistema de rutas y componentes dinámicos de Next.js.

Esta arquitectura de software se diseñó considerando los principios de la teoría sociocultural de Vygotsky (1978), donde las herramientas digitales actúan como mediadoras en el proceso de aprendizaje, y el aprendizaje por descubrimiento de Bruner (1966), facilitando la exploración guiada a través de retos y actividades interactivas.

4 Discusión de resultados

La aplicación desarrollada ha demostrado potencial para mejorar el reconocimiento de letras y la formación de palabras en niños de nivel preescolar y primaria inferior, al combinar la manipulación tangible de bloques con la retroalimentación inmediata y atractiva de la aplicación. Esta integración fomenta un aprendizaje activo, significativo y multisensorial, alineado con el ODS 4. La utilización de tecnología RFID para validar el orden de los bloques aporta innovación y precisión en la evaluación de las actividades, facilitando la personalización y el seguimiento del progreso del usuario.

El diseño accesible y visualmente amigable de la interfaz, junto con la incorporación de sonidos y animaciones, contribuye a mantener la atención y motivación de los niños durante el proceso de aprendizaje. La propuesta beneficia a estudiantes, docentes y familias, al ofrecer una herramienta didáctica que puede ser utilizada en contextos escolares y domésticos, ampliando la equidad en el acceso a recursos educativos tecnológicos.

Aunque aún no se cuenta con estudios específicos que respalden de forma concluyente la efectividad de esta aplicación, su diseño está fundamentado en principios pedagógicos y tecnológicos sólidos respaldados por la literatura en educación temprana. La combinación de la manipulación tangible con la retroalimentación inmediata está alineada con estrategias prometedoras para favorecer un aprendizaje activo y multisensorial, elementos clave para el desarrollo de habilidades lectoras en edades tempranas. Por tanto, esta aplicación representa una propuesta innovadora

con alto potencial para contribuir significativamente en los procesos educativos, abriendo la puerta a futuras investigaciones que permitan validar su impacto y efectividad en contextos reales.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

El proyecto presenta una solución innovadora que integra hardware y software para apoyar el aprendizaje de la lectoescritura en niveles educativos iniciales. Se logró desarrollar una aplicación interactiva robusta y una plataforma física complementaria que facilita el reconocimiento de letras y la formación de palabras mediante actividades lúdicas y multisensoriales.

De cara al futuro, se plantea expandir las capacidades del sistema en varias direcciones estratégicas:

- Desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma (Android e iOS) que permita llevar la experiencia educativa a más contextos, facilitando su uso en casa y en entornos escolares sin depender de una computadora.
- Diversificación del producto a través de la creación de nuevos bloques inteligentes que reconozcan sílabas, números o incluso comandos de voz, ampliando así las posibilidades pedagógicas del sistema.
- Ampliación de la base de datos con ejercicios personalizados según el nivel de aprendizaje, las necesidades específicas de cada estudiante y los planes de estudio oficiales.
- Incorporación de herramientas de seguimiento docente, de manera que los maestros puedan consultar estadísticas de desempeño, configurar ejercicios o niveles personalizados y dar un acompañamiento más cercano al progreso de cada niño.
- Incorporación de modalidades de aprendizaje colaborativo, permitiendo que varios niños interactúen simultáneamente con la aplicación y los bloques físicos, favoreciendo el trabajo en equipo y la interacción social.
- Adaptación a otros idiomas y contextos culturales, con el fin de atender comunidades lingüísticamente diversas y promover la inclusión educativa.
- Evaluación del impacto educativo mediante estudios cuantitativos y cualitativos que midan el progreso en habilidades de lectoescritura, motivación y retención del aprendizaje en distintos grupos de usuarios.
- Exploración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial para adaptar dinámicamente los ejercicios al ritmo del usuario, o el uso de realidad aumentada para enriquecer la interacción entre los bloques físicos y la interfaz digital.

Estas proyecciones abren nuevas oportunidades para consolidar el proyecto como una herramienta integral, escalable y adaptable, capaz de transformar la forma en que se enseña y se aprende a leer y escribir en los primeros años escolares.

6 Agradecimientos

7 Referencias

1. Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference* (pp. 9-15). ACM.
2. Ackermann, E. (2001). *Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference?* MIT Media Lab. Recuperado de: <https://learning.media.mit.edu>
3. Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.
4. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación [INEE]. (2022). *Encuesta Nacional de Lectura y Escritura*. México: INEE.

5. Moreno, R., & Mayer, R. E. (2007). Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309–326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
6. Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
7. Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT Press.
8. UNESCO. (2021). *Global Education Monitoring Report 2021/2: Non-state actors in education – Who chooses? Who loses?* Paris: UNESCO.
9. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

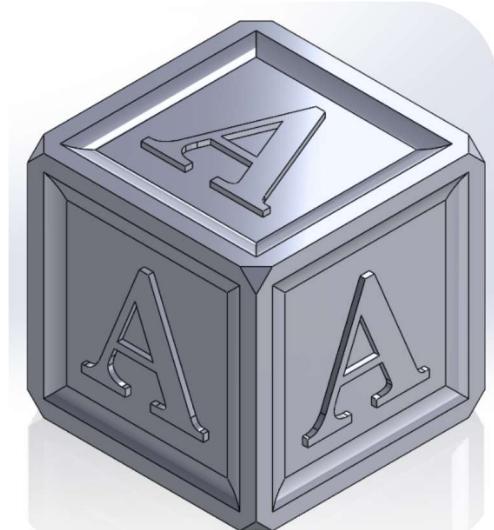


Figura 1. Diseño del bloque interactivo



Figura 2. Pantalla de elección de dificultad

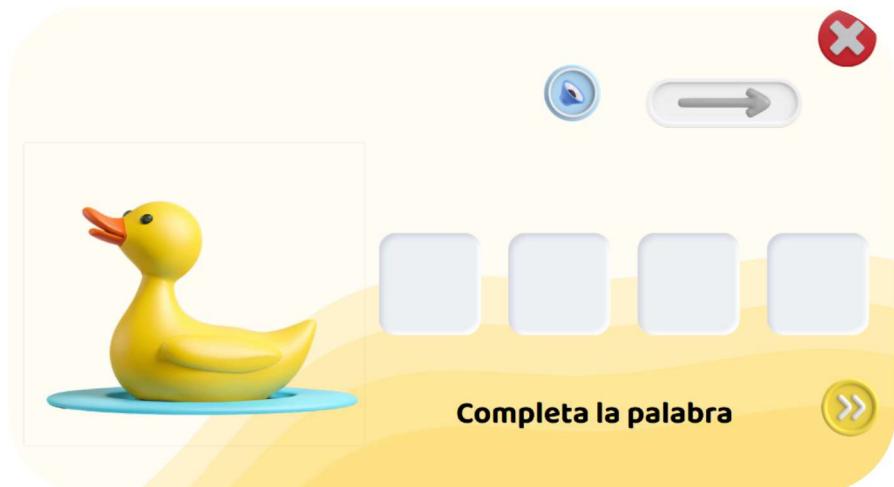


Figura 3. Ejemplo de ejercicio