

Exploración sensorial y alfabetización ambiental: estrategia educativa para reconectar la infancia con la naturaleza

Sensory exploration and environmental literacy: An educational strategy to reconnect children with nature

María-Alejandra Amaya-Rodríguez^{a,b}

RESUMEN

En el marco de la crisis climática global y la creciente desconexión entre las nuevas generaciones y sus ecosistemas, se vuelve urgente diseñar estrategias orientadas a una educación para el desarrollo sostenible. Este artículo presenta una propuesta derivada de un proyecto de investigación desarrollado para la Reserva Forestal Bosque de Yotoco (Valle del Cauca, Colombia), cuyo objetivo es promover procesos de sensibilización ambiental mediante experiencias inmersivas con enfoque sensomotriz, dirigido a población infantil entre los 9 y 13 años.

Desde el programa de Diseño Industrial de la Universidad Nacional de Colombia se impulsa el diseño de experiencias educativas que fomentan una conciencia ecológica temprana, integrando componentes emocionales y perceptuales en el proceso de enseñanza. Este enfoque busca fortalecer el vínculo entre los menores y la biodiversidad a través de prácticas que estimulan el aprendizaje socioemocional, facilitando tanto la comprensión científica como el compromiso ético con la conservación ambiental.

Esta investigación, de tipo descriptiva, aplicó una metodología con enfoque cualitativo, apoyada en procesos de investigación-creación propios del diseño industrial. Se utilizaron herramientas como: revisión documental, observación directa, matrices de observación y la participación de un experto en educación integral. Los resultados muestran que la integración de la actividad sensomotriz en contextos naturales mejora la retención de contenidos ecológicos, promueve la participación activa y fortalece el aprendizaje colaborativo. La investigación reveló que el aprendizaje centrado en los sentidos y las emociones, y orientado a la construcción de vínculos ecológicos significativos, contribuye a formar ciudadanos más conscientes y comprometidos con los retos socioambientales contemporáneos.

PALABRAS CLAVE: Educación para el desarrollo sostenible, Aprendizaje socioemocional, Infancia, Sensibilización ambiental, Conservación ambiental, actividad sensomotriz.

ABSTRACT

In the context of the global climate crisis and the growing disconnection between new generations and their ecosystems, it becomes urgent to design strategies aimed at education for sustainable development. This article presents a proposal derived from a research project developed for the Yotoco Forest Reserve (Valle del Cauca, Colombia), which aims to promote environmental awareness processes through immersive experiences with a sensorimotor approach, targeted at children between 9 and 13 years old.

From the Industrial Design program at the Universidad Nacional de Colombia, the design of educational experiences that foster early ecological awareness is promoted, integrating emotional and perceptual components into the teaching process. This approach seeks to strengthen the bond between children and biodiversity through practices that stimulate socio-emotional learning, facilitating both scientific understanding and an ethical commitment to environmental conservation.

This descriptive research applied a methodology with a qualitative approach, supported by research-creation processes specific to industrial design. Tools such as documentary review, direct observation, observation matrices, and the participation of an expert in integral education were used. The results show that the integration of sensorimotor activity in natural contexts improves the retention of ecological content, promotes active participation, and strengthens collaborative learning. It is concluded that learning centered on the senses and emotions, and oriented towards the construction of meaningful ecological bonds, contributes to forming more conscious citizens committed to contemporary socio-environmental challenges.

KEYWORDS: Education for sustainable development, Socio-emotional learning, Childhood, Environmental awareness, Environmental conservation, sensorimotor activity

a Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Administración, Departamento de Diseño Industrial, Palmira, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3731-765X>.

b Autor de correspondencia: maamayar@unal.edu.co

Introducción

El desarrollo ambiental enfrenta un desafío urgente: el creciente analfabetismo ecológico en la infancia, agravado por la falta de contacto directo con los ecosistemas. Esta desconexión limita el desarrollo de actitudes proambientales desde edades tempranas y afecta la formación de redes neuronales asociadas con la empatía ambiental (Chawla, 2020; Gkintoni *et al.*, 2025). A pesar de los esfuerzos en educación ambiental, muchas estrategias actuales mantienen un enfoque teórico y descontextualizado, sin incorporar componentes sensoriales y emocionales que son clave para generar vínculos afectivos duraderos con la naturaleza (Brown, 2019; Elwell *et al.*, 2025).

Estudios recientes demostraron que las experiencias inmersivas mejoraron significativamente la conexión entre infancia y naturaleza (Gkintoni *et al.*, 2025; Hudhana *et al.*, 2025). Sin embargo, persistió una *brecha* en la investigación pedagógica sobre metodologías que integraran la exploración sensorial, la empatía ecológica y la participación activa en contextos educativos reales. Esta necesidad subrayó la importancia de adoptar un *enfoque holístico* en la alfabetización ambiental, que no solo desarrollara habilidades cognitivas, sino también sensoperceptivas y emocionales.

En este marco, se entendió la empatía ambiental como la capacidad de identificar y responder emocionalmente a los elementos del entorno natural, y la exploración sensorial como una vía para construir aprendizajes significativos a través de la percepción corporal. Estas nociones, en conjunto, pudieron fortalecer la formación de una *ciudadanía ecológica infantil* consciente y comprometida con los retos socioambientales actuales.

Este artículo presentó los resultados del proyecto Explora Yotoco, realizado en 2025, como parte de la actividad académica del programa de Diseño Industrial de la Universidad Nacional de Colombia – sede Palmira, cuyo objetivo consistió en analizar el potencial de la exploración sensorial como estrategia de alfabetización ambiental y buscó *traducir* conceptos científicos en estímulos sensoriales, creando un banco de actividades adaptadas al contexto natural y evaluando su efectividad en el fortalecimiento del vínculo infante-naturaleza.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la Reserva Forestal Bosque de Yotoco, ubicada en el departamento del Valle del Cauca, Colombia, aplicando un enfoque cualitativo basado en la metodología investigación-creación que permitió diseñar, implementar y comprobar la experiencia educativa inmersiva “Explora Yotoco” dirigida a población infantil de 9 a 13 años.

La Figura 1 muestra la adaptación de la metodología *SPRINT* (Knapp *et al.*, 2016), utilizada en el estudio, organizada en cinco fases: 1) entender, 2) divergir, 3) decidir, 4) prototipar y 5) testear, a partir de las cuales se guió el diseño y la comprobación de la experiencia sensorial. En paralelo, se desarrolló un protocolo de observación sensorial para evaluar microespacios de la reserva, analizando estímulos sensoriales, accesibilidad, potencial didáctico y fragilidad ecológica.

1. Entender: Esta fase se centró en analizar y comprender el contexto y definir el espacio problemático.

1.1 *Identificar barreras del aprendizaje en niños:* El estudio estuvo enmarcado en la crisis climática global y la creciente desconexión entre las nuevas generaciones y los ecosistemas naturales, identificando la falta de compromiso y una conexión sensorial-emocional como barreras clave.

1.2 *Analizar prácticas educativas para niños en entornos naturales:* Mediante un protocolo de transecto y registro sistemático, se mapearon recursos sensoriales (fauna, flora, factores abióticos, sonidos). Fundamentados en el aprendizaje significativo (Ausubel, 2000), este análisis orientó estratégicamente la selección de los puntos del recorrido.

2. Divergir: Esta fase sintetizó los *insights* de la fase 1, *Entender*, para definir la dirección y las herramientas de la intervención.

2.1 *Investigar y priorizar referentes:* La etapa “Divergir” integró tres modelos innovadores adaptados al contexto natural de Yotoco:

Este modelo, ilustrado en la Figura 2, integra la biofilia, la restauración cognitiva y la ecología del desarrollo para demostrar el valor pedagógico de

Figura 1. Metodología SPRINT Adaptada



Fuente: autora

Figura 2. Modelo de Paisaje Sonoro Restaurador (Wohlfarth, 2025)



Fuente: autora

los paisajes sonoros naturales en la infancia. A nivel neurocognitivo, estos estímulos activan el sistema límbico, regulan el sistema nervioso autónomo, reducen el cortisol e inducen estados de relajación fisiológica y apertura emocional, favoreciendo la disposición al aprendizaje experiencial.

Además, el modelo propone como herramienta clave los *soundwalks* o caminatas de escucha, focalizadas en desarrollar la atención plena auditiva, el reconocimiento sensorial, la codificación afectiva de estímulos sonoros y la vinculación emocional con el territorio.

Figura 3. Modelo de Apropiación Científica (Meriggio, 2016)



Como se muestra en la Figura 3, esta propuesta redefine la cocina como laboratorio multisensorial para el aprendizaje científico, integrando la neuroeducación (cuerpo, sentidos y emoción) como ejes del Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) y la cocina se traduce en prácticas concretas para generar un aprendizaje significativo.

La metodología se materializa a través de recetas ilustradas con ciencia y el trabajo colaborativo, con el objetivo principal de lograr la apropiación de los conceptos científicos desde la experiencia práctica. La columna vertebral de la Pedagogía en este modelo se manifiesta en una estructura progresiva de los contenidos y el uso de recursos accesibles, garantizando que las actividades sean inclusivas y permitan la construcción gradual del conocimiento. Esto fomenta una educación activa, estimulante y contextualizada, donde el aprendizaje se vincula directamente con la realidad de los estudiantes.

Desde la Neurociencia, se aprovecha la conexión natural entre los sentidos químicos (olfato y gusto) y los sistemas de memoria y emoción en el cerebro, facilitando que la información nueva se ancle de manera más profunda y duradera. La interacción de estos elementos da como resultado la ecuación pedagógica que se presenta: Aprendizaje Basado en Indagación + Cocina = Aprendizaje significativo, participación activa y enfoque lúdico para el desarrollo cognitivo y emocional de la población infantil.

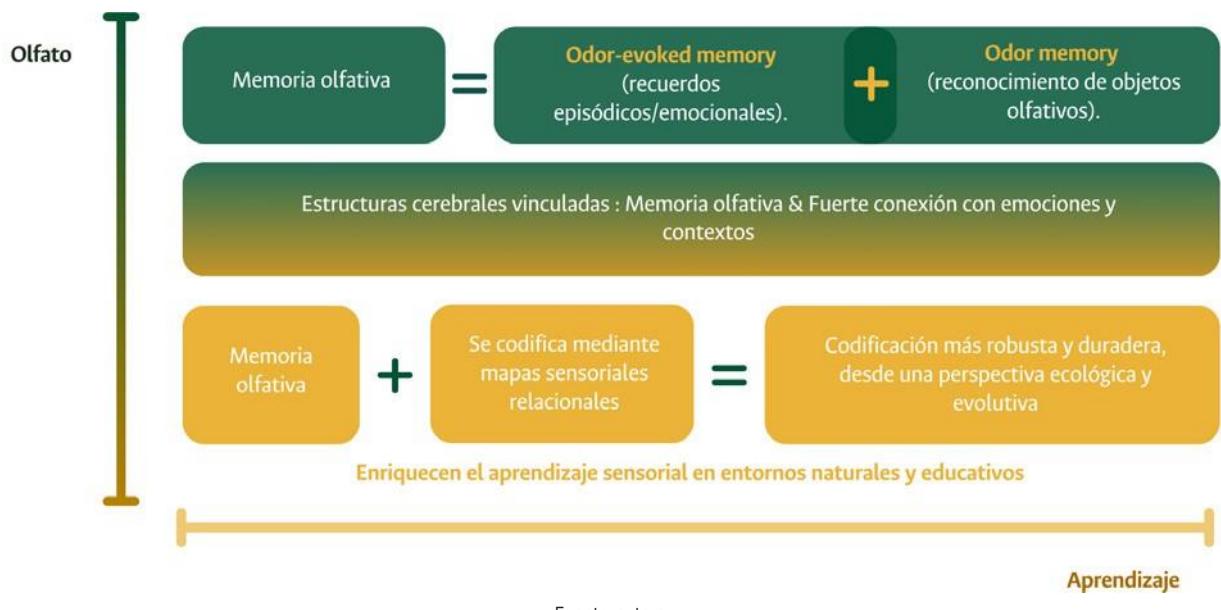
De acuerdo con la Figura 4, el proceso de aprendizaje mediado por el olfato se inicia con la percepción de un estímulo odorífero, el cual activa de manera directa el sistema de memoria olfativa (*odor memory*). Esta última se caracteriza por su capacidad para el reconocimiento de objetos olfativos y por generar recuerdos evocados por olores (*odor-evoked memories*), los cuales suelen ser de naturaleza episódica y profundamente emocional. Esta particularidad neurocognitiva se explica por la fuerte conexión que las estructuras cerebrales asociadas a la memoria olfativa mantienen con las regiones encargadas de procesar las emociones y los contextos, como la amígdala y el hipocampo.

La interacción entre el estímulo sensorial, la memoria y su sustrato neuronal da como resultado un aprendizaje que se codifica a través de mapas sensoriales relacionales. Dicho mecanismo de codificación conduce a dos resultados principales:

I) enriquece el aprendizaje sensorial tanto en entornos naturales como educativos y, II) desde una perspectiva ecológica y evolutiva, garantiza una codificación de la información más robusta y duradera. En esencia, la figura 4 ilustra cómo la vía olfativa facilita una fijación más efectiva del conocimiento al aprovechar los sistemas cerebrales de memoria y emoción.

2.2 Analizar y definir herramientas físicas para las actividades por medio de un brief de diseño: A partir

Figura 4. Modelo de Codificación Olfativa (White et al., 2015)



del marco teórico, se estableció como núcleo de la intervención un recorrido sensorial estructurado en estaciones temáticas. Para materializar esta experiencia, se definieron las herramientas físicas necesarias mediante el desarrollo de un *brief* de diseño basado en determinantes y requerimientos del proyecto. Este instrumento permitió acotar factores clave desde una visión de diseño industrial, orientando la creación de artefactos que cumplieran con los siguientes criterios:

- § Facilitar narrativas inmersivas en cada estación.
- § Incorporar retos simbólicos basados en procesos ecológicos.
- § Integrar un sistema de roles ecológicos asignables a los participantes.

El *brief* funcionó como un marco de especificaciones técnicas y funcionales, asegurando que las herramientas desarrolladas respondieran a los objetivos pedagógicos y sensoriales planteados.

2.3 Generar un listado de posibilidades de aplicación de esas herramientas por medio de SCAMPER: Este proceso creativo derivó en el desarrollo de herramientas pedagógicas innovadoras, incluyendo una bitácora de exploración sensorial con actividades interactivas, objetos transformables plegables y un sistema de juego de roles gamificado.

3. Decidir: Esta fase consistió en seleccionar la narrativa específica y la propuesta final entre las ideas generadas.

3.1 Aproximación a la experiencia desde la narración:

Tras la fase de fundamentación teórica, se desarrollaron tres propuestas de intervención con un eje común: la ciencia vivencial a través de la inmersión sensorial y el juego con propósito ecológico.

i) *Explora Yotoco*: Inmersión narrativa mediante roles ecológicos y una bitácora interactiva como integrador sensorial para integrar la ciencia-emoción a través de arquetipos naturales.

ii) *Expedición Científica Multisensorial*: Simulación profesional (botánicos/zoólogos) con observación científica estructurada y enfoque STEAM.

iii) *Guardianes del Ecosistema*: Arquetipos simbólicos (protectores del bosque) con misiones colaborativas de restauración.

3.2 Desarrollo de la propuesta: Se utilizó una matriz de decisión basada en seis criterios ponderados para seleccionar la propuesta más adecuada:

- § Conexión emocional con la naturaleza (peso: 5)
- § Exploración sensorial activa (peso: 4)

- § Rigor científico adaptado (peso: 3)
- § Interactividad del niño durante la experiencia (peso: 3)
- § Facilidad de ejecución en campo (peso: 2)
- § Impacto a largo plazo (peso: 3)

De estas, se seleccionó la propuesta *Explora Yotoco* (puntaje: 25), la cual se distinguió por integrar el diseño de estaciones multisensoriales (oído, vista, tacto, olfato y movimiento) orientadas a favorecer un aprendizaje significativo y duradero. Esta alternativa destacó por su alta interactividad, con más del 80 % del tiempo centrado en la acción directa del niño como protagonista, así como por su viabilidad y escalabilidad gracias al uso de materiales de bajo costo, instrucciones claras y adaptabilidad a diversos ecosistemas y niveles escolares. La decisión final se fundamentó, además, en su capacidad para generar una conexión emocional y narrativa mediante el uso de arquetipos naturales, fomentando procesos de identificación y empatía en los participantes.

Explora Yotoco: Se diseñó como experiencia transformadora: La bitácora convierte lo plano en vivencia y lo cotidiano en herramienta pedagógica. Cada recurso surge de hojas que los niños recortan, pliegan y ensamblan mediante instrucciones visuales intuitivas, transformando el aprendizaje en una experiencia sensorial, tridimensional y autoconstruida. Esta lógica encuentra su raíz en el *Constructivismo Ruso*, el concepto de Proun (Lissitzky, 1922), quien planteaba la transición del plano al espacio, del arte a la arquitectura, del símbolo a la herramienta. Esta misma transición ocurre en la bitácora: una página se transforma en instrumento, una ilustración en experimento, un personaje en una posibilidad de rol. Entonces, inspirados en esta tradición, los elementos diseñados en la bitácora proponen:

- § Exploración sensorial a partir del papel: lo táctil y lo manual se convierten en ejes de aprendizaje.
- § Uso de materiales de bajo costo (*low-cost*) como estrategia de democratización del conocimiento.
- § Diseño como activador de experiencia, no solo como soporte gráfico.

Este enfoque permite que el niño experimente la ciencia *desde el hacer*. Tal como plantea John Dewey

(1938), el aprendizaje significativo “ocurre cuando la experiencia genera una transformación en quien aprende”. Aquí esa transformación se da, por ejemplo, al ver cómo de una simple hoja nace una herramienta funcional que explica el ecosistema. Así, la ciencia no se memoriza: se descubre, se toca, se construye. Frente a la inmediatez tecnológica, este proyecto reivindica el valor de lo esencial: el papel, el cuerpo, la imaginación y el vínculo con el territorio. En otras palabras, la bitácora no compite con lo digital; en cambio, propone otra velocidad y otra profundidad. Una que permite al niño o niña crear con lo que tiene, descubrir desde lo tangible y conectar con la naturaleza como una aliada y no como un recurso.

4. Prototipar: Esta fase se centró en construir el concepto seleccionado en un prototipo tangible.

4.1 *Desarrollar el prototipo que debía despertar la curiosidad científica a través de juego de roles, una narrativa ecológica y la participación activa con los sentidos de los niños:* La intervención consistió en un recorrido sensorial que incorporó las herramientas innovadoras: una bitácora de exploración sensorial, objetos plegables transformables, retos simbólicos y narrativas inmersivas. Esto se complementó con un sistema de roles ecológicos donde los participantes asumieron identidades de especies clave del ecosistema para promover la apropiación cognitiva y emocional del entorno natural.

5. Testear: Esta fase comprobó la efectividad del prototipo mediante pruebas y concluyó la evaluación con hallazgos y recomendaciones.

5.1 *Aplicación de la metodología de comprobación:* La bitácora se comprobó durante una prueba piloto en el Bosque Municipal de Palmira, con la participación de población infantil dentro del rango etario propuesto. La evaluación incluyó:

- § Una lista de cotejo estructurada para analizar criterios técnicos, pedagógicos, sensoriales y emocionales.
- § Entrevistas aplicadas a los participantes para recoger percepciones y aprendizajes.
- § Observación participante y registro audiovisual.

- § Asesoría metodológica externa por parte de una experta en educación integral, quien realizó una revisión crítica y propuso ajustes pedagógicos y de adecuación territorial.
- § Matriz RACI para definir roles entre actores pedagógicos y comunitarios.
- § Hoja de ruta para escalabilidad y aplicación en otros contextos.

5.2 *Redactar hallazgos y recomendaciones*: La fase de prueba proporcionó datos e *insights* relevantes para llegar a una conclusión sobre la efectividad del prototipo y esbozar recomendaciones para iteraciones futuras e implementación

Resultados

Esta investigación transformó el conocimiento científico en experiencias multisensoriales significativas para población infantil de 9 a 13 años, evaluando cuatro dimensiones clave: Eficacia conceptual, conexión emocional, curiosidad científica y sentido de pertenencia ecológica. En ese sentido, el enfoque cualitativo reveló el potencial de la educación sensorial para fomentar la ciudadanía ecológica desde la infancia, y los resultados se estructuran según la metodología *SPRINT* adaptada, de la siguiente manera

1. Diagnóstico de la Desconexión

La fase *Entender* identificó una alarmante desconexión infante-naturaleza, evidenciando que el 72 % de los programas existentes carecen de componentes sensoriales y que la educación abstracta limita severamente la apropiación emocional. Precisamente, este diagnóstico inicial fue crucial para definir el reto de diseño: crear una intervención que superara estas barreras mediante una aproximación sensomotriz e inmersiva.

2. Un Marco Teórico para la Experiencia

Las etapas *Definir* y *Divergir* permitieron integrar un marco teórico robusto que combinó tres modelos para diseñar una intervención educativa única:

- a) *El Modelo de Wohlfarth (2025)*: Inspiró el diseño de estaciones donde los niños identificaron

sonidos naturales, registraron sus sensaciones en sus bitácoras y reflexionaron sobre el rol ecológico de cada elemento sonoro que identificaron. Esta dinámica transformó el sonido ambiental de fondo en contenido educativo central, generando asombro científico, calma reflexiva y una vinculación afectiva con los entornos sonoros naturales.

b) *El Modelo de Meriggio (2016)*: Proyectó los pilares aplicados en *Explora Yotoco*:

- § Indagación activa adaptada al contexto
- § Manipulación directa de elementos naturales
- § Observación de procesos ecológicos

Además, permitió determinar el principio rector: “el cuerpo aprende lo que toca, huele, transforma y comunica”. Con esto, trasladar el enfoque de “cocina-laboratorio” a “naturaleza-aula” demostró que los entornos cargados de acción sensorial son potentes catalizadores del aprendizaje científico.

c) *Modelo de White et al (2015)*: Su aplicación se materializó en la creación de “mapas del recuerdo”, que vincularon olores con funciones ecológicas, emociones personales y memorias autobiográficas. El olfato emergió como una herramienta fundamental, con el 80 % de los niños y niñas, mencionándolo como el sentido más memorable. De esta manera, el bosque se convirtió en un “libro de texto olfativo”, demostrando que la educación efectiva requiere activar los circuitos emocionales y memorísticos que solo el contacto directo puede despertar.

Estos tres modelos, pese a sus distintos orígenes (neurociencia, pedagogía culinaria, ecología), coincidieron en reconocer los sentidos como puestas primarias al conocimiento ecológico y la experiencia corporal como catalizador del aprendizaje significativo.

3. La narrativa como eje central

Al “Decidir”, se seleccionó y se empezó a desarrollar la narrativa *Bitácora mágica de exploración sensorial en el Bosque*, que plantea una misión ecológica urgente. Los niños y niñas reciben una carta mágica, asumen una identidad simbólica y una responsabilidad. Esta narrativa modular, donde el bosque ha perdido su equilibrio y debe ser restaurado,

convierte conceptos abstractos en experiencias vívidas que vinculan la ciencia, el juego y el territorio.

4. Materializando la experiencia

La fase de *Prototipar* culminó con el desarrollo del recurso didáctico central del recorrido sensorial: la *Bitácora Mágica de exploración sensorial en el Bosque*. Este prototipo, materializado en la Figura 5, se concibió como una herramienta de mediación cognitiva y sensorial, diseñada para traducir conceptos científicos complejos en vivencias lúdicas y corporales.

En su concepción material y estética, el diseño del prototipo se inspiró en el Constructivismo Ruso y el concepto de Proun (Lissitzky, 1922), lo que se traduce en varias características clave:

- § **Transformabilidad:** Incorpora elementos recortables y plegables que permiten que lo plano se convierta en tridimensional, transformando las ilustraciones en instrumentos de exploración.
- § **Gamificación:** Utiliza una narrativa codificada por colores e insignias para fomentar la participación y el logro.

§ **Esencia sensorial:** Hizo énfasis en la exploración a partir de las propiedades del papel y materiales de bajo costo, reivindicando el valor de lo esencial (el papel, el cuerpo, la imaginación) frente a la inmediatez tecnológica.

§ **Vinculación territorial:** El diseño actúa como un activador de experiencias profundamente conectadas con el contexto de la Reserva Forestal Bosque de Yotoco.

La bitácora, entonces, no es solo un contenedor de información, sino un objeto transformador donde el conocimiento se convierte en acción, promoviendo un vínculo significativo con el territorio y el aprendizaje.

5. Comprobación y hallazgos

La fase *Testear* se llevó a cabo mediante una combinación de pruebas con usuarios reales y una evaluación experta, realizadas en el Bosque Municipal de Palmira. El objetivo fue comprobar la funcionalidad, usabilidad y el potencial pedagógico del prototipo.

Figura 5. Prototipo



Fuente: autora

5.1. Pruebas con Usuarios

Se ejecutó una sesión de comprobación con una población infantil objetivo (9-13 años). La prueba consistió en la activación del personaje guía, la resolución de misiones secuenciales y una reflexión final grupal. Los hallazgos derivados de la observación directa y los registros audiovisuales confirmaron una alta involucración, comprensión de los contenidos propuestos y una apropiación efectiva de los roles de explorador.

5.2. Evaluación Experta

Paralelamente, se solicitó la evaluación de una especialista en educación integral, quien analizó el prototipo en tres dimensiones clave:

§ **Valor Pedagógico:** Se validó la claridad de los objetivos de aprendizaje y su adecuación al nivel cognitivo del target. Se identificó como un recurso idóneo para la mediación de conceptos científicos.

§ **Lenguaje Sensorial:** Se confirmó la capacidad de la bitácora para generar experiencias memorables a través de la estimulación multisensorial, actuando como un ancla efectiva para el conocimiento.

§ **Adaptabilidad Territorial:** Se determinó la viabilidad base del diseño para su implementación en contextos naturales similares, destacándose su potencial de adaptación a otros ecosistemas.

La fase de *Comprobación* evidenció resultados altamente positivos en términos de involucración participativa, comprensión conceptual, apropiación de roles y entusiasmo por la experiencia, validando el potencial del prototipo como herramienta educativa. Y estos resultados constituyen una base sólida para un proceso de refinamiento iterativo orientado a maximizar su impacto y escalabilidad.

5.3. Hallazgos para la Iteración

Los hallazgos específicos derivados del testeo con usuarios y la evaluación experta señalan cuatro áreas prioritarias de mejora:

§ **Escalabilidad cognitiva**, mediante la introducción de niveles de complejidad progresiva para distintos grupos de edad.

§ **Refuerzo conceptual**, a través de la incorporación de glosarios científicos ilustrados que faciliten la comprensión autónoma.

§ **Optimización material**, mediante el uso de papel de mayor gramaje y plastificado para garantizar durabilidad en campo.

§ **Facilitación metodológica**, a través del desarrollo de una guía para docentes que asegure una implementación efectiva.

De forma simultánea, el estudio identificó oportunidades estratégicas para futuras iteraciones. La efectividad demostrada en el contexto específico de Palmira sugiere la necesidad de expandir la investigación hacia diversos entornos geográficos, ecosistemas y contextos educativos, lo que permitirá evaluar y fortalecer la adaptabilidad del prototipo.

Asimismo, se proyecta enriquecer la metodología de evaluación integrando instrumentos cualitativos como entrevistas estructuradas, que permitirán profundizar en las motivaciones y los procesos de apropiación del conocimiento por parte de los usuarios.

El horizonte de desarrollo apunta hacia la creación de mecanismos que permitan medir el impacto a largo plazo en la construcción de conciencia ambiental, buscando trascender el éxito inmediato hacia la generación de comportamientos sostenibles de cuidado y preservación. Cada iteración acerca el prototipo a su máxima expresión como herramienta de alfabetización científica y ambiental capaz de empoderar a las nuevas generaciones como guardianas activas de su territorio.

Discusión

El presente estudio demostró que el proyecto *Explora Yotoco* constituye una innovación pedagógica efectiva, cuyos resultados se alinean y enriquecen el diseño efectivo para la educación ambiental con la convergencia con los fundamentos teóricos: narrativa y experiencia sensorial.

Asimismo, los hallazgos que reportan una alta apropiación de contenidos y una activación del pensamiento ecológico a través del juego y la emoción confirman los postulados clave del aprendizaje experiencial. La efectividad de la bitácora como

herramienta para el aprendizaje activo y multisensorial valida el principio de que “la ciencia no se transmite, se vive” (Dewey, 1938, p. 78). Y al tiempo, se materializa la visión de Bruner (1990) sobre el aprendizaje como una narración inmersiva que estructura el conocimiento.

Por su parte, el diseño inspirado en el Constructivismo Ruso (Lissitzky, 1922), que transforma lo plano en tridimensional, actuó como un andamiaje físico (Vygotsky, 1978), facilitando la transición de conceptos abstractos a acciones concretas, tal como se observó en la resolución de misiones por parte de los niños.

Asimismo, los resultados positivos en términos de conexión emocional con el entorno natural respaldan la hipótesis de la biofilia (Wilson, 1984/2021) y coinciden con la evidencia sobre los beneficios cognitivos y restaurativos de los entornos naturales (Stevenson *et al.*, 2019). Este éxito consolida la premisa de que integrar dimensiones usualmente separadas –diseño funcional, narrativas inmersivas y actividades sensoriales– genera una sinergia poderosa para la educación ambiental, superando enfoques puramente discursivos.

La bitácora demostró ser una alternativa tangible y de bajo costo al aprendizaje digital excesivo, un hallazgo relevante en el contexto actual (Guittot Nai Fovino *et al.*, 2024). Al reivindicar el valor de lo esencial –papel, cuerpo e imaginación–, este prototipo redefine la acción del diseño industrial en la educación, trascendiendo su función utilitaria para convertirse en un *ponte vital* entre el conocimiento científico y la experiencia sensorial significativa. Esto corrobora investigaciones recientes que destacan el potencial de los materiales físicos y las interacciones corporales para generar aprendizajes más profundos y memorables (Kucirkova & Campbell, 2025; Quintero & Valencia, 2023).

Si bien los resultados son alentadores, el estudio reconoce una limitación crítica en la profundización del rol del adulto guía. La literatura especializada subraya consistentemente que la calidad de la mediación adulta es un predictor crucial del éxito en el aprendizaje en la naturaleza (Cutter-Mackenzie & Edwards, 2013; Prins *et al.*, 2022). No obstante, aunque la dependencia que tuvo la investigación con respecto a la observación de comportamientos

fue útil, no permitió explorar suficientemente las dinámicas de facilitación. Esto significa que futuras iteraciones deben incorporar, como sugiere la literatura, protocolos de formación específicos para docentes y guías, así como instrumentos cualitativos para comprender las motivaciones y barreras detrás de la apropiación del conocimiento (Giusti, 2019), asegurando así que la herramienta se implemente en su máximo potencial.

Por último, es importante indicar que la escalabilidad del prototipo, dada su naturaleza modular y de bajo costo, se alinea con los principios de diseño universal y educación equitativa (UNESCO, 2021). Es imperativo, como señalan revisiones sistemáticas rigurosas (e.g., Early childhood environmental education, 2020), implementar sistemas de evaluación longitudinal con métodos mixtos para medir el impacto a largo plazo en la conciencia y el comportamiento ambiental, trascendiendo así el entusiasmo inmediato hacia la construcción de una conciencia perdurable (Chawla, 2020).

Conclusiones

El diseño industrial se revela como un puente transformador entre la pedagogía, la ecología y la experiencia sensorial, redefiniendo el vínculo infancia-naturaleza. Esto es, un enfoque del diseño que no se limita a crear objetos, sino sistemas de aprendizaje donde el cuerpo, el espacio y la emoción son vías legítimas para el conocimiento.

Esta investigación evidencia cómo este modelo de diseño traduce la ciencia abstracta en vivencias accesibles y emotivas mediante narrativas, roles y la exploración sensorial en la naturaleza. Los resultados son claros: los niños y niñas responden con compromiso y entendimiento cuando aprenden haciendo y sintiendo, no solo escuchando.

Al enfocarse en el *aprendizaje situado*, el diseño convierte los espacios naturales en aulas vivas, donde cada elemento del entorno educa. Con materiales sencillos y dinámicas participativas, se cultiva pertenencia, curiosidad y cuidado hacia la biodiversidad local. Además, su valor trasciende lo pedagógico al ser, simultáneamente:

a) Integral: Una dimensión educativa, territorial y sistemática

b) Inclusivo: Promueve equidad en el acceso al conocimiento

c) Escalable: Considerando la escalabilidad de la propuesta formulada se busca implementar la matriz RACI como herramienta de mejora continua, la cual define claramente los roles entre Coordinadores (Accountable), Diseñadores (Responsible), Pedagogos (Consulted), y Actores territoriales (Informed), sentando las bases para lograr un modelo colaborativo con la Reserva de Yotoco como socio estratégico.

Con la implementación de mejoras basadas en la retroalimentación o *feedback* de usuarios, y en recomendaciones expertas orientadas a lograr la expansión territorial mediante adaptaciones contextuales, alianzas institucionales, sostenibilidad a través de un modelo de capacitación de facilitadores y *kits* de implementación escalables, el proyecto trasciende como modelo referente: aquí la ciencia se aprende con las manos, el diseño transforma conceptos en experiencias y la educación ambiental se construye desde la infancia.

La propuesta formulada plantea un paradigma donde los materiales educativos no “explican” la naturaleza, sino que crean condiciones para vivirla y sentirla como proceso de aprendizaje. Un proceso vivo donde ni siquiera la fase de comprobación es un punto final, sino el lanzamiento de un sistema *mejorable* de educación sensorial, una metodología *reducible* para eco-alfabetización y un *puente* entre la política educativa y la conservación ambiental.

En tiempos de crisis ambiental y desconexión, el diseño industrial trasciende su rol estético-funcional para emerger como un lenguaje transdisciplinario. Uno que hace tangible y transformable la relación entre la población infantil, el saber y el territorio, proponiendo nuevas formas de construir conciencia ecológica desde los primeros años.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a la Reserva Forestal Bosque de Yotoco por abrir sus puertas al aprendizaje en el territorio. Asimismo, destaco que este trabajo es fruto del entorno académico, colaborativo y comprometido de la Universidad Nacional de Colombia

– sede Palmira, una plataforma donde convergen el diseño, la conciencia ambiental y la transformación social. Y también a la docente Eliana Castro, cuyo enfoque metodológico fortaleció una mirada rigurosa, crítica y transdisciplinaria de esta investigación.

Referencias

- Bruner, J. S. (1990). *Acts of meaning*. Harvard University Press.
- Chawla, L. (2020). Childhood nature connection and constructive hope: A review of research on connecting with nature and coping with environmental loss. *People and Nature*, 2(3), 619–642. <https://doi.org/10.1002/pan3.10128>
- Early childhood environmental education: A systematic review of the research literature. (2020). *Educational Research Review*, 31, 100353. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100353>
- Giusti, M. (2019). Human–nature relationships in context: Experiential, psychological, and contextual dimensions that shape children’s desire to protect nature. *PLOS ONE*, 14(12), e0225951. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225951>
- Gkintoni, E., Vassilopoulos, S. P., & Nikolaou, G. (2025). Brain-inspired multisensory learning: A systematic review of neuroplasticity and cognitive outcomes in adult multicultural and second language acquisition. *Biomimetics*, 10(6), 397. <https://doi.org/10.3390/biomimetics10060397>
- Guiotto Nai Fovino, L., Zanella, A., Di Mascolo, L., & Ginolfi, M. (2024). Evaluating the effectiveness of sonification in science education using Edukoi. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.18908>
- Knapp, J., Zeratsky, J., & Kowitz, B. (2016). *Sprint: How to solve big problems and test new ideas in just five days*. Simon & Schuster.
- Kucirkova, N. I., & Campbell, J. A. (2025). Research-based design principles for the integration of olfaction into young children’s stories. *International Journal of Design*, 19(1), 45–58. <https://doi.org/10.57698/v19i1.03>
- Myung, J. (2025). Enhancing child–nature interactions through design: An empirical study of urban Generation Alpha. *People and Nature*. <https://doi.org/10.1002/pan3.70005>
- Prins, J., van der Wilt, P., van der Veen, M., & Hovinga, E. (2022). Nature play in early childhood education: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, 995164. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.995164>
- Quintero-Romero, D. (2023). Editorial: Educación ambiental y sustentabilidad. Elementos necesarios para el desarrollo. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, 7(13), 9–13. <https://doi.org/10.15658/rev.electron.educ.pedagog23.11081301>

- Restrepo, D., & Rodríguez, S. (2020). Niñez y naturaleza: Tensiones y posibilidades en los entornos urbanos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 18(2), 1–20.
- Samaniego, M. (2024). Creative thinking in art and design education: A systematic literature review. *Education Sciences*, 14(2), 192. <https://doi.org/10.3390/educsci14020192>
- Sobko, T., Jia, Z., & Brown, G. (2020). Measuring connectedness to nature in preschool children in an urban setting and its relation to psychological functioning. *PLOS ONE*, 13(11), e0207057. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207057>
- Stevenson, M. P., Dewhurst, R., Schilhab, T., & Bentsen, P. (2019). Cognitive restoration in children following exposure to nature: Evidence from the attention network task and mobile eye tracking. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 42. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00042>
- Vella-Brodrick, D. A., Lewis, K. J., & Gilowska, K. (2024). Exploring the nature–creativity connection across different settings: A scoping review. *Educational Psychology Review*, 36, Article 134. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09964-0>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Watt, B. A., & Frydenberg, E. (2024). Early childhood education for sustainability: Outcomes for social and emotional learning. *Education + Training*, 66(4). <https://doi.org/10.1177/18369391241287939>